



Z Biblioteki
c. k.
OBSERWATORIUM
astronomicznego
w KRAKOWIE.

Nr. B. 537

K. S. III. 11. 25 L. H

L'Horloge

5. a. b.

DISSERTATIO
DE LUNÆ
ATMOSPHERA
AUCTORE
P. ROGERIO JOSEPHO
BOSCOVICH,
SOCIETATIS JESU.



Z BIBLIOTEKI
OBSERVATORIUM
Krakowskiego.

VINDOBONÆ,
TYPIS JOANNIS THOMÆ NOB. DE TRATTNERN,
CAES. REG. AULAE TYPOGRAPHI ET BIBLIOPOLAE.

MDCLXVI.

DISSERTATIO
DE
LUNÆ ATMOSPHERA
AUCTORE

P. ROGERIO JOSEPHO BOSCOVICH
SOCIETATIS JESU.

P. Boscovich de Lune. Atmos.

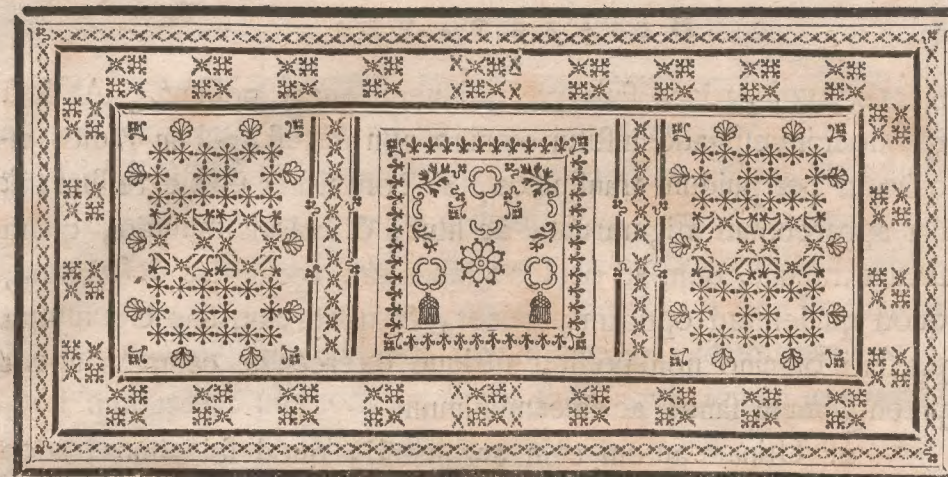
A

BIBLIOTHECA
VNIV. CRACOV. MAGELL.
CRACOVENSIS

594 952 - 594 953
II

Bibl. Jag.
St. Dr. 2007.D. 239 / 8 (296)

BIBLIOTHECA
UNIVERSITATIS
CRACOVENSIS



Studiorum nostrorum specimen aliquod sub anni finem de more exhibituri lunæ atmosphæram selegimus, argumentum & ad physicam generalem, atque astronomiam excolendam, promovendamque, & ad geometriam, atque opticam, quibus hoc anno potissimum operam dedimus, exercendam aptissimum. Nemo enim non perspicit, quantum ad earum rerum cognitionem, quarum proprietates atque indolem contemplandas nobis exhibuit natura, defuturum sit, si lunæ, quæ una e cœlestibus corporibus tam multis, nobis tam proxima, ac terræ comes ad nos omnium maxime pertinet, ipsam externam ignoremus faciem, & nos prorsus lateat, num terræ ipsi similis ullo ambiatur fluido, ac si ullo ambitur, cujusmodi id demum sit. Nam quod ad Astronomiam pertinet, multa sane, quæ in fixarum stellarum, in planetarum, in ipsius solis occultatione post lunam observari solent, hinc pendent maxime, & sine fluidi lunam am-

bientis investigatione satis perspicere nequaquam possunt. At ipsa ejusmodi investigatio institui omnino non potest, nisi in radios inquiratur per fluidum transmissos, ac eorum iter post egressum, & illa apparentium Figurarum, ac situs, & coloris mutatio, quam secum trahunt, dum ad oculos allabuntur, accuratius definiantur, quod quidem ad opticam pertinet, & quod cum sine Geometria præstari omnino non possit, utrique exercendæ campum aperit patentissimum sane, ac fecundissimum.

2. Utinam autem cum argumenti, quod selegimus, adeo patenti utilitate, minor aliquanto difficultas, atque ambiguitas conjuncta esset, ut certum aliquid demum constitui posset. At ita contrariæ videntur esse, atque inter se pugnantes summorum etiam Astronomorum non tantum sententiæ, verum etiam observationes, ex quibus omnis ejusmodi disquisitio pendet, ut plurimis Recentiorum monumentis diligenter excussis, parum abfuerit, quin animum despondere coacti simus, ac notissimo illo consilio uti: *quæ desperes tractata nitefcere posse, relinquantur*. At cum & ex aliorum observationibus inter se collatis, & ex nostris ipsis nonnulla, quæ ad argumentum hoc pertinent, satis tuto censuerimus deduci posse, alia satis validis indiciis conjici, fortasse etiam nova, operæ pretium fore arbitrati sumus, si perstaremus in sententia, & quæ in mentem nobis venerant, ad argumentum ipsum illustrandum proferremus. Illud sane videtur nobis haud difficulter evinci posse, lunam atmosphæra huic nostræ simili prorsus carere, & pleraque ex argumentis, quæ ad eam evincendam proferri solent, nullam habere vim, imo potius oppositam inde sententiam quam maxime confirmari. Habemus autem gravissima indicia fluidi cujusdam, quod aquæ potius nostræ simile, licet fortasse & tenue magis, & magis pellucidum, supra solidum lunæ nucleum ita circumquaque affusum sit, ut suprema ejus superficies

quieta semper, & levissima superficiem imam, five nuclei ipsius faciem extimam, usque ad extremos suos margines, ut in tela quadam depictam exhibeat oculis, transpectum autem circa margines eorum omnium, quæ ultra fluidi ipsius globum sita sunt prorsus impediat. Supra id vero densius, & certa superficie terminatum fluidum, suspicari licet, extare fortasse, atque id quidem fors nec semper, nec ubique, tenuissimum quoddam auræ genus, quod quibusdam phænomenis faciat satis, quæ tamen ipsa veremur sane, ne longe aliis potius, quas indicabimus, causis tribuenda sint. Sed hæc omnia in ipso dissertationis textu patebunt magis.

3. In primis autem considerabimus radios, qui transeunt prope globi superficiem extimam ita, ut in ipsum non incurrant, sed prætervolent: tum progrediemur ad eos, qui in ipsam ejus extimam superficiem incidunt, quæ si lævigata sit, inquiremus primum in eos, qui ab ipsa reflectuntur, tum si etiam sit pellucida, in reliquos, qui transmittuntur. Transmissorum autem considerabimus iter per orbem sphericum pellucidum terminatum binis superficiebus concentricis primo quidem in casu, in quo orbis ipse sphericus constet materia homogenea, ut vitro, vel aqua: deinde vero progrediemur ad casum, in quo orbis ipse constet stratis quibusdam, seu crustis heterogeneis, eo rarior & minore vi refractiva pollens, quo remotior a centro, ut nostra atmosphæra. In quibus omnibus multa sane & jucunda, & utilissima, & fortasse etiam nova sese offerent, quæ tum ad annulum quendam circa obscuram videndum lunam in eclipsibus, tum ad dichotomiam lunarem, tum ad stellarum potissimum fixarum occultationes pertinent, atque hæc quidem postrema curvas quasdam miræ indolis exhibebunt, quas Fixæ post atmosphæram nostræ similem transpectæ in ea oculo spectatoris offerrent.

labemur ad ea, quæ circa lunarem globum observata sunt, & de fluidi ipsum ambientis constitutione nostram proferemus sententiam, ac vel conjecturas exhibebimus, vel interponemus judicia.

4. Ut igitur ordiamur a radiis transeuntibus prope superficiem extimam globi cujuscumque, notissima est inflexio illa radiorum prope corpora crassiora transeuntium, quam Grimaldus noster detexit, & quæ a Physicis dicitur diffractione luminis. Radii nimirum, qui ad ejusmodi corpora accedunt magis, quam pro quodam intervallo perquam exiguo, a recto discedunt tramite vi quadam intorti, qua alii ex iis velut attracti ad corporis ipsius superficiem accedunt, & inflectuntur introrsum in umbram corporis inflectentis, alii velut repulsi ab ea discedunt, & extrorsum abeunt ad partes oppositas umbræ ipsius. Newtonus Opticæ parte 3. in hacce luminis inflexiones diligentius inquisivit, ubi in pluribus experimentis etiam distantias illas definivit, in quibus vires in radios agentes, eosque detorquentes egerant, ac intervalla, in quibus radii illæsi recto itinere prætervolaverant.

5. Porro e legibus refractionis, & reflexionis luminis illud etiam colligitur, quod Physicis pariter est satis notum, vim illam, quæ lumen a recto itinere detorquet, in distantis æqualibus a corporum detorquentium superficie æqualem esse pro eadem luminis particula, utcumque eadem vis mutatis distantis mutari possit, ut & illud est observatum, diversorum colorum radios in iisdem distantis diversam sentire vim, & diversam inflexionem pati.

6. Sit jam (in Fig. 1.) C centrum globi AD , cujus radio CA adjecto intervallo illo, in quo exercetur vis agens in particulas luminis, sit alius globus PEM habens pro radio summam hanc prioris illius radii, & intervalli adjecti, ac planum chartæ exhibeat sectionem utriusque globi factam per centrum. Sit autem S punctum radians in eodem plano situm, & ex eo discedant bini

radii SEQ , SPR tangentes circulum sectionis exteriorem in E , & P . Patet, ad nullum punctum spatii $RPEQ$ devenire posse radios directos, ac proinde si nomine umbræ significetur omne id spatium, ad quod nulli pertingunt radii directi, patet, umbram respectu puncti radiantis S contineri tangentibus omnibus RP , QE , & superficie PME . Sed in ejusmodi umbram incurrent radii ita inflexi in illo orbe concluso binis superficiebus PME , BDA , ut nec in globi interioris superficiem incurrant, nec extrorsum inflexi, ac repulsi, ultra tangentes ipsas excurrant, ut radius $SFVHI$, qui umbræ margines lumine quodam perfundet, quod lumen vel vividius esse poterit, vel languidius, vel etiam nullum, prout ad eandem umbræ particulam plures deferentur, vel pauciores, vel etiam nulli e radiis inflexis, quorum alii aliter a viribus illis pro diversa distantia a tangente SQ , cum qua deveniunt, adeoque pro diversa via, quam per illum orbem tenent, inflectuntur. Ibi autem & colores diversi exhiberi poterunt, cum nimirum radiorum ipsorum diversos habentium colores innatos alii aliter inflectantur, adeoque alibi plures unius coloris concurrant, alibi alterius.

7. Idipsum autem observationibus confirmatur; nam umbræ corporum tenuium, ut capilli, in tenuissimo radio per exiguum foramen admissio constitutorum multo ampliores apparent, quam deberent pro ratione crassitudinis ipsorum. Lumen autem ejusmodi transmissum prope aciem cultri tenuissimam, vel per intervallum inter binas acies ita inflectitur, ut manifesto evincatur in utramque inflecti partem, ac in omnibus ejusmodi casibus, si experimenta rite instituantur, fimbriæ quoque coloratæ apparent obscurioribus intervallis distinctæ, quæ plerumque ternæ, sæpe etiam plures conspici solent. De perturbatione autem umbræ carentis penitus omni lumine facta per hosce radios habentur multa notatu

digna in Commentariis Academiæ Parisiensis ad annum 1723, ubi multæ proferuntur observationes D. Maraldi huc pertinentes.

8. Cum vero oculo constituto in ipsa radii jam inflexi directione, in eadem videri debeat lumen ejus coloris, cujus is est radius, si inter plures eadem directione incurrentes in oculum vel is prævaleat, vel ii, a quibus commixtis ipse componitur, album vero, si omnes eadem directione eo delati ad omnes æque colores pertineant; idcirco oculo constituto intra umbram illam, ad quam radii directi non pertingunt, in quibusdam distantis ab ejusdem umbræ limite circa margines corporis umbram ipsam projicientis observari debet lumen quoddam, imo etiam plures luminis fimbriæ, quæ & coloratæ esse poterunt. Atque id pariter observatum est sæpe, & in Actis Acad. Parisiensis ad annum 1715 habetur observatio D. De l'Isle, qui cum plures circulos e diversa materia singulos singulis vicibus ita soli opposuisset, ut oculo post ipsos constituto totum solem obtegerent, margines fimbriatos aspexit, atque ipsos circulos lucidis quibusdam annulis circumdatos. Idem in dissertatione hac de re edita paucis abhinc annis ostendit, quo pacto annulum ipsum admodum facile contemplari liceat incluso circulo intra tubum in summo vertice apertum, in imo habentem tubulum mobilem cum foramine, cujus tubuli ope possit oculus a circulo removeri, vel ipsi admoveri ita, ut ejus apparens diameter jam diametro apparenti solis sit minor, jam major, ac proinde tubo in solem directo referat eclipses solis vel partiales, vel annulares, vel totales, ut libet. Ubi autem totales exprimit, & totum solem tegit, tum vero circa margines apparent lucidæ illæ fimbriæ obscurum circum, ut annuli quidam, ambientes, quibus multi similem prorsus esse censent, & eidem causæ tribuunt annulum quendam, qui in totalibus solis eclipsibus semper conspectus est,

est, & quem alii lunari Atmosphæræ tribuunt, unde fit, ut ejus consideratio ad rem nostram pertineat, alii ad solis Atmosphæram referunt, alii ad alias causas, de quibus infra agemus pluribus.

9. Interea quod pertinet ad fimbrias circa opaca corpora visas ob luminis diffractionem, sive inflexionem prope margines, notabimus quædam, ex quibus nostro quidem judicio admodum facile, & manifesto deducetur deinde, annulum illum, qui in eclipsibus solis lunam ambit, non posse huic causæ tribui, & inter casum circuli oculo proximi, & casum corporis ab ipso oculo remotissimi, tam immane discrimen esse, ut fimbria, quæ in exigua distantia satis viva apparere debet, & amplior, in majoribus distantis debeat se contrahere ad incredibilem tenuitatem, ac ita languescere, ut penitus evanescat.

10. In primis illud evidenter patet, ad quodvis punctum *I* spatii *R P M E Q* deferri non posse ullum radium, qui non prodeat ex aliquo puncto *H* superficiæ *P M E*. Nam radii, qui in eam superficiem non incidunt, recti abeunt ex hypothese, adeoque ultra tangentes *S E Q*, *S P R* averti, ad punctum *I* detorqueri non possunt. Quare ii soli devenire possunt ad ipsum *I*, qui delati ad ejusmodi superficiem, ita per eam intorquentur, ut in nucleum non incidunt, sed prætergressi ex ea iterum erumpant. Ubi autem ex ea eruperint alicubi in *H*, recto tramite deinceps delati devenient ad *I* directione *H I*.

11. Hinc autem illud consequitur, omnes ejusmodi radios debere jacere intra angulum, quem continent tangentes *I M d*, *I a b* e puncto *I* ductæ ad illam superficiem externam. Porro si globus *A B D* obscurus ex parte oculi constituti in *I* in distantia paulo majore, videri debeat ante spatium satis lucidum, cujus partem tegat, ut ante solem; nigrantis obstaculi tegentis lucidum spatium magnitudo apparens debet definiri ab ipso angulo *b I d*

P. Byscovich de Lunæ Atmos.

B

ampliore aliquanto, quam si radii directi nucleum ipsum contingerent; nam e partibus extra eum angulum fitis integrum lumen & illæsum deferri debet ad oculos, quod longe vividius debebit esse, quam lumen intra binas illas superficies transmissum, & pluribus admodum inæqualibus inflexionibus longe lateque dispersum, quod proinde spatium pleno externo lumini collatum vel nigerrimum apparebit, vel longe languidiore perfusum lumine; nisi forte alicubi plures radii diversis inflexi angulis conveniant. Quamobrem si jam idem illud lucidum corpus post sphaeram PME delitescat, & summoto ejus lumine, fimbria a radiis inter binas superficies transeuntibus efformata, satis luminis habuerit, ut videri possit, apparebit ipsa fimbria intra limites circuli, quo prius nigricantis objecti magnitudo apparens finiebatur, non extra ac proinde fimbria ipsa magnitudinem nigricantis circuli antea observati in sole augere omnino non poterit.

12. Jam vero ut in ipsius fimbriæ crassitudinem, five amplitudinem inquiramus, concipiatur via FVH inter binas illas superficies radii delati directione quadam SF , & egressi directione HI . Productis SF , HI usque ad superficiem exteriorem in G , N , chordæ FG , HN debent esse æquales. Cujuscumque enim naturæ sit curva illa FVH , si ejus medium punctum sit V , debet omnino VH esse prorsus similis, & æqualis VF . Cum enim vires detorquentes radii iter in æqualibus a globo distantis æquales esse debeant, ubi semel radius ipse coeperit accessum ad superficiem interiorem in recessum mutare, debebunt recessus primi augeri eodem ordine inverso, quo postremi accessus augebantur; quod quidem & in gravium motu in spatio non resistente manifesto perspicitur, & in Mechanica quoque admodum facile pro quovis genere virium generaliter demonstratur: in optica autem generaliter observatur illud, radium a puncto ad punctum

quoddam delatum quacumque via, si e posteriore regrediatur, eandem prorsus viam relegere, ut ad prius illud punctum redeat; unde fit, ut si semel radius alicubi in V evadat perpendicularis rectæ ad C ductæ, & ejus motus retro concipiatur reflexus per eandem perpendicularem, ipsum debere regredi per eandem viam VF , per quam advenerat. Quare cum eadem omnia inveniat, si ex V per illam perpendicularem progrediatur versus H , quæ inveniret, si regrederetur versus F , semitæ pars VH erit prorsus æqualis, & similis parti VF . Unde etiam infertur illud; si radius luminis post inflexiones quascumque inter illas binas superficies incipiat alicubi accessum paulatim mutare in recessum, ipsum radium debere deinceps perpetuo recedere, donec ad extimam delatum recta pergat. Nam ubi incipit accessum ita mutare in recessum, debet ibi ejus via esse perpendicularis rectæ ad centrum ductæ, adeoque reliqua semita debet præcedenti esse prorsus similis & æqualis.

13. Quoniam autem in F incipit, in H desinit inflexio viæ, erunt SF , HI tangentes curvæ FVH , quæ curva cum in F , & H sibi omnino similis & æqualis eodem prorsus pacto inclinatur ad circuli extimi peripheriam, illæ ipsæ rectæ in eodem pariter angulo ad eandem peripheriam inclinabuntur, & proinde chordæ FG , HN æquales erunt, & æque distantes a centro C per rectas CL , CO ipsis perpendiculares. Quamobrem si rectæ SA , ID tangent interiorem circulum, five nucleum in A , & D , quicumque radius deferetur per rectam SF inclusam angulo ESA , idem prodibit per rectam HI inclusam angulo MID . Quoniam enim erit CL minor quam CE , & major quam CA , erit etiam CO minor quam CM , & major quam CD .

14. Porro radii illi, qui inter binas superficies transmissi in nucleum non incidunt, videntur omnino non debere incidere in

maiore distantia a tangente SE , quam distet tangens SA . Posset quidem radius SF etiam directus ad aliquod punctum f nuclei, ut (*in Fig. 2.*), obversa prius convexitate rectæ Ff , tum flexu mutato per FVH accedendo perpetuo ad nucleum usque ad V , ipsum evitare, ac emergere ex H , quo casu radius IH illo tangentium angulo nequaquam containeretur; & videntur sane radii omnes in majoribus distantis repelli, in minoribus attrahi ita, ut debeat haberi ejusmodi mutatio flexus; verum e phænomenis luminis colligitur, radios, qui tam procul ab externa illa tangente distant, & ad corporis punctum aliquod diriguntur, non posse, evitato ipso corpore, introrsum inflecti in umbram; nam in diaphanis corporibus, densioribus vel pinguioribus circumjacente medio radii directi ad eorum superficies utcumque oblique, partim reflectuntur, partim transmittuntur, adeoque non gyraunt per continuam inflexionem circa superficies ipsas, & idcirco potissimum ad eas inflexiones manifestius percipiendas adhibentur corporum anguli, vel acies, vel si dorsum incurvi corporis adhibetur, seligitur potius corpus tenue, cujus curvatura fit magna. Nam si per longius spatium radius debeat obtinere exiguam a superficie distantiam, quod in majoribus globis evenire necesse est, potissimum si, ut (*in Fig. 2.*), radius incidens dirigi debeat ad ejus punctum aliquod f , vel repulsus emerget, vel attractus in superficiem ipsam incidet.

15. Porro (*in Fig. 1.*) si rectæ CM , ID sibi mutuo occurrant in m , erit mM aliquanto minor, quam distantia binorum circulorum, adeoque minor illo intervallo, ad quod extenditur sensibilis actio luminis. Id autem intervallum ex omnibus experimentis deducitur omnino minus, quam sit $\frac{1}{100}$ pollicis Parisiensis. Si ejusmodi intervallum assumatur pro Mm , & distantia MI sit pedum 10, sive pollicum 120, esset IM ad Mm , si

ve radius ad tangentem anguli $MI m$, ut 12000 ad 1, five ut 10000000 ad 633, quæ est tangens secundorum 13. Quamobrem sub eo angulo videri posset latitudo annuli circa marginem, quæ si duplo etiam sit minor, oculum nequaquam effugiet. At si punctum I removeatur ab M ad eam distantiam, quam habet luna a terra, amplitudo illius annuli fere in immensum decrescet. Nam distantia lunæ a terra est 60 semidiametrorum terrestrium circiter, quarum singulæ fere continent pedes 20000000, ac proinde ea distantia est pedum circiter 1200000000, nimirum vicibus 120000000 major, quam illa prior, quæ exhibebat angulum secundorum 13. Cum igitur angulus $MI m$ tam exiguus decrescat quam proxime in eadem ratione, in qua crescunt distantie MI , quod & de planetarum diametris apparentibus passim demonstrari solet, fiet is angulus in ea distantia multo minor quam $\frac{1}{100}$ pars unius minuti secundi, qua adhuc multo minor deberet esse magnitudo apparens ejus intervalli.

16. Quod si globus non levis sit, sed asper, & in apices, ac acies acutas desinat, vel angulorum solidorum latera, multo evidentius is calculus habebit locum, & radii, qui ad ejus corporis puncta diriguntur, vel reflexi, vel in ejus faciem incidentibus, in solo illo intervallo minore $\frac{1}{100}$ pollicis, quod extat, videri poterit lumen. Si vero præterea radii ipsi in exteriori parte ejus intervalli repelluntur, & solum in interiore attrahuntur, nullus ex iis, qui ad distantiam attractionis non pertingunt, intorquetur introrsum in umbram, & ad oculum in umbra ipsa constitutum devenire potest. Quamobrem spatium, ex quo radii ad oculum deferri possunt, & in quo oculus ipse fimbriam lucidam, sive anulum videre potest, multo adhuc est arctius, & sub angulo multo adhuc minore videri posset, quam illo $\frac{1}{100}$ unius minuti secundi prius definito.

17. At quis non perspicit, crassitudinem apparentem adeo exiguam nullo pacto sub sensum cadere posse, nisi forte ingens quædam luminis copia ex tam exiguo spatiolo prodeat, quæ per radices aberrantes intra oculum imaginem apparentem augeat, ut in stellis fixis accidit, quarum diametri apparentes perquam exigui ab eo erratico lumine augentur ita, ut possint visum percellere? verum si e tam exiguo apparenti spatiolo solis lumen integrum, ut eo appellit, & nulla sui parte distractum deveniret ad oculum, adhuc percipi nequaquam posset. Nam si sol ad eam distantiam discederet, in qua ejus diameter apparens ad $\frac{1}{1000000}$ unius secundi non pertingeret, ne per telescopia quidem videri posset. At præterea radii illi dum a tangente $E Q$ discedunt, distrahuntur in immensum. Inflexio per plures etiam gradus detorquet radios. Verum si concipimus maximam inflexionem fieri per unicum minutum ita, ut angulus $Q Z I$ rectæ $E Q$ tangentis cum ultima recta $I H$, quæ recta hic concipiatur omnium maxime inflexa, unius minuti tantummodo sit, distantia puncti I ab $E Q$ exprimente intervallum, per quod radii inter binos circulos transmissi disperguntur per inflexionem, erit ejusmodi distantia ad distantiam $I Z$ 60 semidiametrorum terrestrium, ut sinus unius minuti ad radium, five ut 291 ad 1000000, ac assumpto, ut prius, numero, ut ajunt, rotundo pedum 20000000 pro semidiametro terræ, obveniet ea distantia pedum fere 350000, pollicum plusquam 4000000, adeoque intervallo inter binas superficies, quod $\frac{1}{100}$ pollicis parte minus esse diximus, major erit ea distantia plusquam 400000000 vicibus, per quam cum dispergatur pars quædam tantummodo radiorum, qui ad illud intervallum allabuntur, ea distractio tam immanis est, ut licet illud spatiolum sub angulo utcumque magno videndum esset, deberet prorsus fallere quodcumque, utcumque acutissimum oculorum genus.

18. Atque ex his omnibus manifesto colligitur, fimbrias illas, five annulum ex radiis inflexis genitum in ea distantia, in qua luna a terra distat, videri omnino non posse. Illud autem evidentissime patet, immane haberi discrimen inter casum circuli, vel globi exigui, & oculo proximi, a casu globi immanis, & remoti, nec a primo casu ad secundum licere transitum. In circulo, vel globo exiguo, & proximo, radii per inflexionis intervallum transeuntes citius prætervolant, & ab intorquentibus viribus liberantur; iidem minus distrahuntur post transitum, & intervallum ipsum, ex quo deveniunt ad oculum, spectatur sub angulo sensibili. In globo ingenti & remoto diutius viribus ipsis obnoxii sunt, quibus multo plures ex iis vel repelluntur extra umbram, vel adducuntur ad nucleum, multo paucioribus transvolantibus, iidem distrahuntur in immensum magis, ac intervallum, ex quo deveniunt ad oculos, angulum subtendit ita exiguum, ut fere non oculi tantum, sed mentis quoque aciem effugiat.

19. His ita definitis circa radios inflexos in minima distantia a superficie globi, progrediemur ad radios e levissima globi superficie reflexos. Quamquam autem reflexio ipsa sit in eodem spatio binis illis superficiebus incluso, nec in puncto quodam radius reflectitur ibidem infractus, sed incurvatur; tamen, ut in Catoptrica passim fit, contempto exiguo illo intervallo, & curvatura, qui contemptus nihil nostræ huic disquisitioni officiet, considerabimus radios, ut in ipso superficiei, ad quam appellant, puncto reflexos, quod idem infra præstabimus, ubi de radiis refractis sermo erit.

20. Sit igitur (*in Fig. 3.*) $L D I$ circulus ortus in superficie globi secti plano transeunte per punctum radians S , centrum ipsius globi C , & punctum E , in quod radius $S E$ incidat. Ducto radio $C E$, ac producto in G , & facto angulo $G E H$ æquali $G E S$,

patet radium reflexum debere abire per EH , & oculo constituto in quovis puncto H rectæ EH punctum S debere videri per reflexionem in E .

21. Si punctum E congruat cum puncto D , in quo recta SC occurrit circulo, evanescente angulo GES , patet, debere evanescere etiam angulum GEH , & radium reflexum redire per eandem viam DS . Si vero punctum E abeat in punctum I , in quo ipsum circulum tangit recta SIK , congruet recta SF cum ipsa tangente, adeoque radio CE perpendicularis erit. Nam angulus GES rectus erit, & proinde etiam GEH rectus, & EH jacebit in directum cum ES ; nimirum congruente radio directo SE cum tangente SI , congruet reflexus EH cum ipsa tangente producta IK . Quoniam vero in motu continuo puncti E a D versus I , recta EH indefinite producta motu pariter continuo debet abire a positione DS ad positionem IK , atque id accidit in quovis plano per SC ducto; patet, ad omnia puncta sita extra umbram definitam superficie reflectente IL , & tangentibus omnibus IK , LM ductis ab S ; & ultra contactum productis, nimirum ad quodvis punctum, ad quod deferuntur radii directi, deferri etiam radium aliquem reflexum, atque unicum. Quam ob rem oculus ubicumque ita constitutus sit, ut per radios directos videre possit punctum ipsum radians S , poterit itidem ipsum videre per reflexionem in superficie illa sphaerica, ac in unico ejus puncto.

22. Datis punctis S , H , & globo, inveniri potest in ejus superficie punctum illud ipsum E , in quo ex H videri debeat S , atque ejus problematis Geometriam planam transcendentis, & sublimiores requirentis curvas plurimæ passim extant apud Opticos solutiones satis elegantes; sed nobis satis erit considerare casum simplicissimum, in quo radius globi CE respectu distantiarum CH ,
CS fa.

CS satis exiguus sit. Tum enim etiam anguli CHE , CSE respectu angulorum GEH , GES admodum exigui erunt, cum eorum sinus ad sinus horum, sive, quod idem est, ad sinus angulorum CEH , CES debeant esse ex Trigonometria, ut radius CE ad rectas CH , CS . Quamobrem anguli interni ECH , ECS externis GEH , GES erunt æquales quam proxime, adeoque etiam quam proxime æquales inter se, ac proinde secto bifariam in E arcu DO , quem intercipiunt rectæ CS , CH , habebitur punctum illud imaginis S .

23. Hinc dato corpore lucido AB , facile erit definire figuram, & magnitudinem imaginis Ff , ducendo ex omnibus ejus punctis A , B ad centrum C rectas superficie globi occurrentes in a , b , & secando bifariam omnes arcus Oa , Ob circulorum maximorum in F , f . Quod si corpus AB fuerit globus, patet, radios omnes ipsum tangentes, debere esse in superficie coni recti, cujus intersectio ab cum superficie sphaeræ erit circulus. Ac si corporis AB spectati ex C diameter apparens sit exigua ita, ut superficies ab haberi possit pro plana, & arcus OD ad semicirculum non nimis accesserit, imago Ff erit ellipsis quam proxime, cujus axis minor erit Ff dimidius diametri ab , & axis major ipsi perpendicularis ad ab erit, ut sinus arcus OD , ad sinum arcus dimidii.

24. Si enim (in Fig. 4.) puncta O , F , E , f , a , C , b , sint eadem ac (in Fig. 3,) ductaque diametro sphaeræ Oo quivis circulus OQo maximus ipsius sphaeræ incurrat in Q in circulum illum ab , ac in N in imaginem Ff , & polo O sint arcus circulorum Nn , PE , Qq , RD transeuntes per N , E , Q , D , & occurrentes circulo OEo , imagini Ff , circulo eidem Oo , & circulo ab in n , P , q , RE ; erit & OD per hypothesim dupla OE , & Oa dupla OF , adeoque & DA dupla Ff , ac eodem argu-

mento hD dupla Ef , & Dq dupla En , adeoque & tota ab dupla Ff , & aq dupla Fn , & qb dupla nf , ac proinde rectangulum aqb quadruplum rectanguli Fnf , & rectangulum aDb rectanguli FEf .

25. Arcus autem Qq , Nn mensuræ ejusdem anguli sphaerici QOq erunt similes, adeoque ut radii circulorum, ad quos pertinent, five proxime circulorum transeuntium per E , & D , nimirum ductis ET , DV perpendiculis in axem Oo , quæ erunt sinus arcuum OE , OD , & simul erunt eorum circulorum radii, ut DV sinus arcus OD ad ET finem arcus OE ejus dimidii, & cum id contingat, ubicunque sint puncta n , q , iis abeuntibus in E , D , erunt in eadem ratione DR , EP . Quare erit quadratum nN ad quadratum PE , ut quadratum Qq ad quadratum RD , five ex natura circuli ut rectangulum aqb ad rectangulum aDb , five sumptis subquadruplis, ut rectangulum Fnf ad rectangulum FEf . Nimirum alternando quadratum Nn ad rectangulum Fnf in constanti ratione quadrati PE ad rectangulum FEf , five ad quadratum FE , quæ est ipsa natura ellipseos, cujus alter semiaxis EF , alter EP , & ille quidem, ut demonstravimus, dimidius semidiametri Da , hic vero ad semidiametrum RD , ut ET sinus arcus OE ad DV finem arcus dupli OD , ut proposueramus.

26. Porro axis ille Ff (in Fig. 3.) qui semper ejusdem magnitudinis est, nimirum dimidius ab oblique spectatur ex H sub angulo HEF , qui est complementum anguli GEb , five proxime GCH , cujus mensura est arcus OE . Quamobrem crescente arcu OE , apparet eo minor, quo est major ejus sinus. At (in Fig. 4.) semiaxis PE , qui quidem semper spectatur directe, cum sit ad semiaxem DR , ut sinus arcus OE ad finem arcus OD , crescente arcu OE , semper crescet in ea ratione, in qua cres-

cet ratio sinus arcus OE ad finem arcus OD dupli ipsius. Ea enim ratio semper crescit, & ubi ii arcus sunt exigui, sinus arcus OE est dimidius sinus arcus dupli quam proxime: ubi autem OE est 60 graduum, jam ei æquatur, & deinde ipsum etiam superat in immensum. Atque hæ proportionales erunt veris proximæ, donec arcus OD non ita accesserit ad semicirculum, ut jam arcus DR excresecat nimis, & nimis recedat a recta linea. Quo casu adhuc facile determinari poterit semiaxis imaginis EP , qui puncto b accedente ad O , posset ad integrum semicirculum pervenire, imo & totum circulum occuparet, si (in Fig. 3.) globus C totus in globo AB videretur immerfus.

27. Ex iis, quæ demonstrata sunt, patet forma, & magnitudo imaginis globi AB pro diversis positionibus puncti H respectu lineæ SC , & magnitudine globi S , & C . Si H sit in ipsa recta SC , ut in h , forma erit circularis, magnitudo autem diametri Ff erit dimidia magnitudinis ab . Porro magnitudo apprens ab , five angulus abb , erit ad angulum aCb , five (si S sit sol, C luna levis, vel fluido circumdata, cujus semidiameter respectu distantie est satis exigua) ad diametrum apparentem solis e luna visam, ut Ca ad ab , five ut semidiameter vera lunæ ad distantiam lunæ a terra, cum exiguæ apparentes magnitudines sint reciproce ut distantie. Ea autem ratio est proxime eadem, ac ratio sinus semidiametri apparentis lunæ ad radium, five assumpta media quadam semidiametro minutorum 16, erit ut 465 ad 100000. Cum vero diameter apprens solis e luna visi sit fere eadem, ac solis visi e terra, circiter 31', factis ut 100000 ad 465, ita 31' = 1860'' ad quartum, prodeunt 8'' $\frac{2}{3}$. Imaginis igitur Ff diameter in eo casu erit circiter secundorum 4, quæ totius diametri apparentis lunaris vix est $\frac{1}{4}$, adeoque tota ejusmodi imaginis apprens area respectu apparentis areæ lunaris esset circiter $\frac{1}{16}$.

nimirum perquam exigua, & instar puncti; quod quidem contingeret in ipso plenilunio, in quo ea imago esset in medio disco apparenti lunæ. In reliquis autem lunæ phasibus augeretur quidem longitudo, quæ etiam luna in sole visa deberet diffundi per totum limbum intra ipsum solem immersum, at latitudo decresceret plurimum, nimirum fere in ratione cosinus arcus OE , five cosinus distantiae a medio disco, quæ latitudo idcirco minueretur quamplurimum luna vergente ad conjunctionem cum sole.

28. Facile esset etiam definire intensitatem luminis reflexi, pro quavis positione puncti H in hypothesi, quod totum lumen reflectatur, vel detur ratio luminis reflexi ad transmissum, sed quoniam hæc investigatio a nobis instituta est in gratiam fluidi lunæ ambientis, quod nos suspicamur esse omnino aliquod, at cuius vim reflexivam ignoramus, idcirco satis erit notare hæc pauca. Lumen ejusmodi ante reflexionem incidit in hemisphærium lunæ, immo ejus mensura est sola basis hemisphærii ipsius, nimirum circulus lunæ maximus, post reflexionem vero diffunditur per superficiem fere totam globi habentis pro semidiametro distantiam lunæ a terra, quæ in casu semidiametri apparentis lunæ ipsius 16 est ad ejus semidiametrum veram, ut 465 ad 100000. Cum igitur superficies sphærarum sint, ut quadrata semidiametrorum, erit ea superficies ad superficiem lunæ totam, fere ut 46249 ad 1, & proinde ad circulum ejus maximum, ut 184996 ad 1. Tot igitur vicibus minor erit densitas media luminis reflexi, quam luminis directe propagati usque ad lunam, vel etiam ad terram a quovis solis puncto, si totum id lumen reflecteretur, quæ attenuatio jam satis est magna, est enim ejusmodi, quæ haberetur si sol abiret ad eam distantiam, in qua ejus apparens discus in eadem ratione minor esset, quam nunc, nimirum, in qua diameter apparens esset tot vicibus minor, quot exprimit ejusdem numeri

radix quadrata, nempe 420, quo casu solis diameter ad sola 4 minuta secunda reduceretur. At quoniam in quibuscumque diaphanis superficiebus ingens radiorum pars transmittitur, & si fluidum sit satis rarum, potest in immensum minui quantitas radiorum reflexorum; manifesto patet, posse haberi aliquod fluidum circa lunam, quod densitatem habeat non insensibilem, at cujus imago per reflexionem ob exiguitatem diametri apparentis, & luminis tenuitatem sub sensu non cadat, potissimum cum ea semper incidat in eam lunæ partem, quam sol illuminat, & quæ, ubi imago ipsa est aliquanto latior circa pleniluniam, ita directe illuminatur a sole, ut umbras sensibiles nobis conspicuas habeat nullas.

29. Progrediamur jam ad contemplandum radium AB transmissum (in Fig. 5.) per superficiem sphæricam BDE in orbem sphæricum terminatum superficie interiore MHb , qui constat substantia magis refractiva, quam medium circumjacens. Is non progredietur recta per chordam BD , sed per aliquam chordam BF inflectetur introrsum ad diametrum BCE superficie sphæricæ perpendicularem. Definietur autem admodum facile chorda BF , si detur ratio sinus incidentiæ e medio circumjacente in medium orbis illius ad finem anguli refracti. Aptanda nimirum erit ex puncto E in semicirculo EDB chorda EF , quæ ad chordam ED sit, ut est sinus ille anguli refracti ad finem anguli incidentiæ, cum EF , ED in triangulis EFB , EDB rectangulis in semicirculo haberi possint pro finibus angulorum EBD , EBF incidentiæ & refractionis. Ex. gr. si ex aere in aqueum orbem transeat radius, debebit EF continere $\frac{3}{4}$ ipsius ED , si in vitreum $\frac{2}{3}$.

30. Quod si radius Ab tangat superficiem externam in b , tum punctis D , & B coeuntibus in b , erit ef ad diametrum eb in ea ratione sinus anguli refracti ad finem anguli incidentiæ.

31. Si jam radio CM fit nucleus interior MHb , & is radius fit major dimidia ef , nullus e radiis quacunque directione incidentibus in quodcunque punctum superficiei exterioris non impinget in superficiem internam. Si enim ducatur CI perpendicularis ad bf , ea erit dimidia ef ob bC dimidium be . Quare si CM fuerit major, quam dimidia ef , erit major quam CI perpendicularis ad bf , & punctum i chordæ hf jacebit intra superficiem internam, intra quam propterea immergetur ea ipsa chorda, & proinde ei alicubi occurret in h . Porro si fit quivis alius radius AB , qui superficiem externam non tangat, erit profecto ED minor diametro eb . Quare cum fit EF ad ED , ut ef ad eb , adeoque alternando EF ad ef , ut ED ad eb , erit etiam EF minor, quam ef , adeoque perpendiculum CI ejus dimidium minus erit perpendiculo CI , & multo minus radio CM . Jacebit igitur punctum I intra circulum internam, & chorda BF ipsi alicubi occurret in H .

32. Hinc autem si nucleus ille MHh fit opacus, patet nullum radium posse transire per orbem ipsum utcunque diaphanum, cum omnes debeant in ejusmodi nucleum impingere alicubi in H vel b . Quamobrem si circa globum opacum sit orbis sphaericus, pellucidus, homogœneus, satis crassus, oculus omnino non poterit per ipsum transpicere objecta ultra ipsum sita, sed ea occultabuntur post ipsum eodem modo, quo occultarentur, si orbis ipse esset prorsus opacus. Ea autem crassitudo orbis illius facile definitur. Si nimirum sit orbis vitreus in aere, debet crassitudo BM esse minor triente semidiametri CB , si vero sit orbis aqueus, debet esse minor ejus quadrante, cum sinus incidentiæ ad finem anguli refracti sit in vitro, ut diximus, ut 3 ad 2, in aqua ut 4 ad 3. Quamobrem si globum terræ circumflueret immensum mare, quod ad mille passus assurgeret supra nucleum, adhuc per ipsum nihil transpici posset, cum terræ semidiametrum

excedat Romana milliaria quater mille. At cum lunæ semidiameter sit quarta circiter pars semidiametri terrestris, si ipsum ambiat fluidum aquæ nostræ simile, & ita diaphanum, ut in progressu per ipsum nullus radius deperiret, altum vero per plura quam 250 milliaria, adhuc per tantam altitudinem nihil transpici posset. In fluido autem minorem vim refractivam habente, altitudo deberet esse minor, & data altitudine BM , five crassitudine orbis, determinari facile posset ratio sinus incidentiæ ad sinum anguli refracti, quæ sufficiat ad hoc, ut transpectus haberi non possit.

33. Si e quodam puncto A exeant radii cum omnibus directionibus, quorum bini circulum externam contingant in b , & n , alius autem incidat in quoddam punctum B , arcus nb obversi ipsi A ; illis quidem inflexis ad nuclei puncta q , h , hic inflectetur ad ejus punctum aliquod H positum in arcu hMq obverso ipsi puncto A . Cum enim angulus incidentiæ EBD sit minor angulo ebh , etiam angulus refractus MBH erit minor angulo $m bh$, ac ob BM , bm æquales, & angulum mixtilineum BMH æqualem $b mh$, erit MH minor mh , & addito huic posteriori Mm , erit MH multo minor quam Mh .

34. Si Cn occurrat circulo interni in r , arcus mr erit similis bn , qui ob angulos CbA , CnA rectos erit complementum ad semicirculum arcus metientis angulum nAb , five diametrum apparentem, arcus autem $hm q$ erit ipso major binis arcibus mh , $r q$ æqualibus, qui data altitudine mb , & ratione sinus incidentiæ ad sinum anguli refracti facile definitur. Factis enim ut prior ad secundum, ita radius ad sinum anguli $m bh$, hic innotescet: tum si altitudo mb sit exigua ita, ut mh haberi possit pro recta linea, erit bm ad mh , ut radius ad tangentem anguli inventi $m bh$. Si ea altitudo sit major, fiat in triangulo Chb , ut Ch , five Cm radius minoris circuli ad Cb radium majoris, ita si

nus anguli $C b h$ inventus ad finum $C h b$, five $C h i$, a quo si auferatur $C b h$ prius inventus, relinquetur $b C h$, qui arcum $m h$ exhibebit. Quod si punctum A sit ita remotum, ut radii $A b$, $A n$ pro parallelis haberi possint, quod quidem contingit radiis e centro solis provenienti; $b n$, & $m r$ erunt semicirculi, ac arcus $h m r q$ illustratus a radiis centralibus semicirculum excedet per arcus $m h$, $q r$: radii autem a reliquo disco solis egressi hinc, & inde adhuc arcum ipsum augebunt per dimidium circiter gradum, nimirum per amplitudinem æqualem diametro apparenti solis.

35. Si jam $r H m$ sit globus quidam opacus, & lucidus orbe diaphano circumdatus, radii ex h digressi prodibunt per $b A$, radii digressi ex H prodibunt per $B A$, cum lux eandem relegat viam, per quam advenit, si retro cursum reflectat. Quare punctum h apparebit in b , punctum q in n , punctum H in B , nec ullum erit punctum B arcus $b n$, in quo non appareat aliquod punctum H globi inclusi, nec ullum contra punctum H globi inclusi, quod non appareat alicubi in B in arcu $b n$, eo remotius a b , quo fuerit remotius ab h . Oculus igitur in A constitutus non videbit tantummodo arcum $m r$ similem $B N$ complemento ad semicirculum diametri apparentis $n A b$, sed arcum $h M q$ majorem illo per binos arcus $m h$, $r q$.

36. Quod si superficies $h M q$ sit utcunque scabra, & umbris interrupta, illæ omnes umbræ apparebunt tanquam depictæ in superficie illa $b n$, usque ad extremos margines b , & n , iis, quæ habentur in $h H$, apparentibus in $b B$; at limbus in ipso margine b , & n , five in circulo finiente discum apparentem, levissimus apparebit oculo, & utcunque in $H b$ habeantur montes altissimi, qui tamen ejus fluidi altitudinem non excedant, si ii verticali lumine illustrentur ita, ut umbras non projiciant, per totam superficiem $B b$ apparebit nucleus, sine ulla interruptione, & sine ullis verti-

cum

cum extantium cuspidibus, ac scabritie, quæ quidem deberent omnino apparere, si sine ejusmodi orbe diaphano cingente globum scabrum, ipse ejusmodi globus montibus assurgentibus inæqualis directo lumine spectaretur. Et pariter, si arcus $b M q$ spoliaretur lumine, & productis $A b$, $A n$ in o , p , spectaretur in sole ad partes oppositas sito, limbus orbis nigri visi intra ejusmodi discum lucidum, esset pariter æqualis, nulla exstante cuspide, scabritie nulla. Solum si arcus $h M q$ ita illuminetur, ut partes extremæ ad b , vel q projiciant umbras, & in extremam partem arcus $H h$ versus h incidant umbræ ejusmodi, pars disci apparentis $B b$ versus b erit nigra, & si reliquum spatium extra globum sit obscurum, ut in luna a sole illustrata obscurum est per noctem, apparebit in ipso limbo hiatus quidam, ac inter plures ejusmodi hiatus apparebunt & lucidæ cuspides, sed hiatus illi ejusmodi erunt, ut nihil per ipsos transpici possit; quod jaceat ultra globum, ac stella aliqua jam occultata e regione illius hiatus, non poterit iterum apparere trans hiatum ipsum, cum nullus radius per spatium $o p$ transiens ad oculum in A situm devenire possit juxta num. 32.

37. Ut ejus rei exemplum aliquod haberemus præ oculis, vitream ampullam crassiorem assumpsimus, quæ forte zaccharo asperiore erat plena, cujus ope id phænomenum oculo repræsentari debere arbitramur ita, ut nulla appareret vitri crassitudo, sed zacchari imago ad extremum usque marginem superficiei exterioris protenderetur, circa quem tamen asperitates ipsæ zacchari, ac intervalla illa inter granula apparerent. At res longe aliter se habuit. Vitri crassitudo apparuit tota, & contra id, quod omnino videbatur debere contingere, zaccharum ipsum interiori tantummodo superficie contentum apparebat. Cum rem diligentius perpenderemus, illud in mentem venit, refractionem, quæ habetur in interiore superficie, officere experimento, cum ob-

P. Bosovich de Lunæ Atmos.

D

zacchari scabritiem non nisi puncta quædam granulorum superficiem interiorem contingerent, reliquis partibus a vitro satis remotis, ut radii etiam in interiore illa superficie refractionem paterentur. Ac eo pacto se rem habere manifesto apparuit, cum eamdem ampullam emisso zaccharo implevimus liquore colorato, quod ipsi interiori superfici ei se aptaret. Statim enim omnis crassitudo illa vitri disparuit; liquoris color usque ad extremam superficiem protendebatur, tanquam si indivisibili prorsus superficie contineretur. Immo effuso liquore, & iterum immisso zaccharo, cujus partes aliquæ madefacto vasi adhæserant solutæ, & per ampliorem tractum adhæserant, eæ apparebant nobis ad superficiem exteriorem elevata, nulla ibi vitri crassitudine se prodente; in reliquis vero ampullæ locis humore vacuis zacchari imago continebatur intra superficiem interiorem, crassitudine vitri incurrente in oculos. Contuso autem zaccharo, & in minutissimum redacto pulverem, iterum pariter vitri crassitudo disparuit; ac cuique rem experiri admodum erit facile, si vitream ampullam crassiorem nicofiano pulvere impleat primum quidem in grana ampliora compacto, quo casu videbit ampullæ crassitudinem, tum Hispano tenuissimo, quo casu omnis vitri crassitudo evanescet ex oculis.

38. Ut autem, quo pacto ejusmodi se res habeat, geometrice etiam definiamus, facile in dioptrica demonstratur, quemvis radium, qui in laminam crassiorem diaphanam cujuscunque substantiæ terminatam binis superficiebus parallelis ita incidat, ut per primam superficiem transmittatur, delatum ad secundam non debere reflecti in totum, sed ejus partem, quæ nimirum erit in vicibus facilioris transmissus, debere prodire per rectam parallelam illi, per quam ingressus est. Hinc videretur debere idem contingere etiam in casu ampullæ, cujus binæ superficiebus parallelæ sunt. At earum curvatura circa tangentes rem omnem plurimum perturbat.

Nam ubi radius refractus ex B (in Fig. 5.) per BH advenerit ad H , angulus quidem incidentiæ erit CHF , & ejus sinus ad sinum anguli refracti debebit esse, ut erat in ingressu sinus anguli refracti ad sinum anguli incidentiæ, videlicet ut est CI perpendicularis BF ad CV perpendicularem BD , qui nimirum sunt sinus angulorum CBI , CBV ad radium CB . Quare cum CI jam sit sinus anguli CHI ad radium CH , deberet CV esse sinus anguli refracti ad eundem radium CH . Id autem fieri non potest, ubi CV est major, quam CH , cum nullus sinus radio major esse possit. Quare nullus radius delatus directione AB , quæ producta evitet superficiem interiorem, poterit transmitti per ipsam, & in vacuæ ampullæ spatium irrumpere, irrumpent autem omnes, in quibus CV erit minor quam CH . Et hoc ipso pacto in dioptrica definitur limes inter radios, qui reflectuntur in totum, & radios, qui transmitti possunt per superficiem, quæ dirimat medium magis refringens, ex quo radius advenit, a minus refringente, quod ultra ipsam jacet; cum nimirum is limes sit, ubi sinus anguli incidentiæ ad radium habeat rationem eandem, quam debet habere sinus anguli incidentiæ ad sinum anguli refracti, cum si ille primus sit major ejusmodi mensura, hic postremus radio major, adeoque impossibilis obveniat, contra si minor.

39. Quamobrem si (in Fig. 6.) rectæ AbO , AV contingant binas superficies in b & V , radius quidem AB refractus per BH dirimet illos, qui reflectuntur in totum in interiore superficie, ab illis, qui transmitti poterunt ita, ut quicumque tangenti Ab propior advenerit, post appulsum ad H debeat retro reflecti totus per HT , tum in exteriore superficie refringi iterum per rectam TN æque inclinatus in T , ac advenerat ad B . Radii autem AP remotiores a tangente Ab refracti per PQ , ingredientur spatium interiore superficie conclusum, & percurrent chordam QR

eo minorem, quo fuerint propiores rectæ illi ABV tangenti superficiem internam.

40. Quare si e contrario in illa chorda alicubi in S fuerit punctum radians remotum a superficie interna magis, quam pro illa distantia, ad quam extenduntur vires refractivæ, quæ est perquam exigua, radii omnes ex illo egressi refringentur in superficie interna, & ille solus, qui ad Q deferetur, refractus primo per $Q P$, tum per $P A$ deveniet ad oculum in A per rectam remotiorem ab $A b$, quam sit AV ; & ut nullus radius ex A egressus per rectam sitam citra ABV subire potest spatium internam superficie inclusum, ita nullum punctum S eo spatio inclusum, & ita ab eadem superficie remotum, ut in ea refringi debeat, videri poterit per rectam citiorem ABV respectu $A b$. Ac si punctum S in ea distantia ab ipsa superficie, quæ satis sit ad habendum integrum refractionis effectum, gyret sub ipsa superficie circa centrum versus H , apparebit oculo in A constituto alicubi in P perpetuo accedens ad B , donec deveniat prope ipsum H , tum ob chordam QR eo casu perquam exigua, statim ad sensum incipiet regredi a B ad eandem partem, ex qua advenerat ita, ut existens in S prope R in eadem chorda debeat videri in eodem puncto Q . At si ipsi interni superficie contiguum ita gyret, seclusa illa prima refractione perget apparere per totum arcum Bb , ut demonstravimus num. 35.

41. Hinc autem illud facile colligitur: si intra superficiem internam crassiora granula contineantur, quæ nonnisi in paucis punctis satis accedere poterunt ad ipsam internam superficiem, ut in saccharo illo contingit, nullum granulum apparebit in superficie externa citra B , & crassitudo vitri VB videbitur in angulo $b AV$, in quo sine ulla refractione videretur. Item videri poterunt in Bb objecta sita ultra rectam TN , si satis luminis habue-

rint, ut per duplicem refractionem, & unam reflexionem videri possint. Contra si liquore, vel tenuissimo pulvere ampulla sit plena, crassitudo vitri potius evanescet, & materia inclusa ad externam superficiem elevabitur.

42. Et hæc quidem diligentius evolvimus, tum quod ipsum phenomenon primo aspectu mirum id mereri videbatur, tum ne quis, quæ de fluido lunam ambiente proponenda nobis erant, experimento non succedente rejiceret. Ceterum si quis experimentum instituere velit ejusmodi, in quo nuclei utcumque scabri, & soli expositi inæqualitates omnes, & umbras in superficie quadam externa ita veluti depictas videat usque ad extremum marginem, ut tamen margo ipse politissimus, ac levissimus sit; is debet ampullam vitream in externa superficie levem, in interna asperare inductis fulcis, & excavatis foveolis, tum liquore colorato, vel tenuissimo implere pulvere, qui se intra ipsas illas cavitates insinuet. Videbit enim nullam oculo apparere crassitudinem vitri, inæqualitates vero, & umbræ usque ad extremum marginem in illuminationis limite se prodent, sed margo ipse politissimus apparebit, ac, ut dicimus, terminatissimus. Quo tamen experimentum ipsum succedat melius, cavendum ne externa objecta ad latus sita, & satis lucida per reflexionem exhibeantur factam circa margines, quod quidem evitabitur facile collocato ad latus nigro panno.

43. Porro si hujusmodi fluidum lunam ambiat, & oculus quidem sit (*in Fig. 7.*) in A , sol vero ultra ipsam, debet & annulus quidam circa lunam apparere. Si enim concipiatur primo diameter apparens solis prorsus æqualis diametro lunæ congruentibus centrīs, punctum quidem quodlibet solaris limbi jacebit in recta tangente bo , radius autem ob refringetur alicubi ad H , & radio hb prodeunte per tangentem bA , oculus in A consti-

tutus videbit totum spatium Hh illustratum, cujus lumen apparebit in Bb . Nimirum cum & sol refractionis beneficio illuminet etiam partem lunaris limbi a se averfi, & ejusdem pariter beneficio oculus partem videat averfam a se, licet directis radiis sol videri non possit, lunæ limbus apparere debet illustratus per radios ab ea reflexos, & iterum refractos. Cum vero id debeat circumquaque contingere; apparere debet annulus quidam multo languidior solari lumine, sed lucidus, & ejusdem luminis, quod habet luna vespere, vel mane.

44. Is autem annulus debet esse ad sensum lunæ concentricus, licet diameter solis sit multo minor diametro lunæ, & alter ejus limbus cum lunæ limbo congruat. Nam differentia diametrorum apparentium ad quatuor minuta numquam potest pertingere. Quare limbus solis oppositus ei, qui limbum lunæ contingit, non poterit distare per 4 minuta a limbo lunæ, si videatur e terra, adeoque ne si e luna quidem videatur, quæ terræ est adeo proxima. Sit RP radius ab ejusmodi limbo profectus contingens fluidum in P , & occurrens tangenti bo in S , angulus oSR erit 4 minutis minor. Quare etiam arcus Pb quatuor minutis minor erit. Nam ob angulos CbS , CPS rectos in quadrilineo $CbSP$ angulus bCP est complementum anguli bSP ad duos rectos, adeoque æqualis angulo oSR . Porro si angulus obC concipiatur translatus in RPC , via radii $bHBA$ abibit in viam radii $PTVa$ ita, ut omnes rectæ æque in eandem partem a priori positione detorqueantur, ac proinde recta Va diverget a BA ita, ut radius, qui ex T debet ad oculum A devenire, exire debeat e puncto aliquo u propiori ipsi B , quam sit V . Quare arcus Bu erit adhuc minor 4 minutis. Si is ex A videretur situ perpendiculari ad rectam AB , appareret sub an-

gulo minore 4 minutis, sub quibus videtur ex C in ratione semidiametri lunæ ad distantiam lunæ a terra, unde inito calculo, ut supra num. 27. vix ad unum secundum pertingeret is angulus. Cum igitur Bu admodum oblique jaceat respectu rectæ AB , potissimum si annulus ipse, & proinde arcus Bb sit admodum exiguus, angulus $B Au$ exiguam continebit fractionem unius minuti secundi, quæ oculo percipi non potest, & latitudo annuli bAu ubi limbus solis a lunæ limbo introrsum distat per 4 minuta, a latitudine bAB , ubi ipsum contingit, nihil ad sensum differet.

45. Idem tamen annulus debet apparere interruptus. Nam inæqualitates superficiei lunaris, quæ habentur in Hb , & montes debent umbris interrumpere lucidum ipsum tractum Hb , quæ umbræ oculo in A constituto apparebunt in Bb . Quod si aliqui radii e montibus existentibus in Hh reflexi, & a cavitatibus montium ipsorum collecti se extendant ultra H , poterunt citra annulum prope ejus limbum videri irradiationes quædam, quin etiam cum radorum pars ex BV reflecti debeat ad nucleum, parte tantummodo per refractionem erumpente, quod quidem accidit, ubi radius per refringentem superficiem transmittitur, parte ipsius reflexa, debet ejusmodi radiis etiam illustrari pars aliqua superficiei lunaris citra H , qui si a cavitatibus aliquibus colligantur, sensibiles etiam poterunt evadere.

46. Tria hic haberi possunt problemata solvenda, quæ inter se nectant amplitudinem annuli apparentem, altitudinem fluidi, & vim refractivam fluidi, datis oculo A , centro C , & radio Cb , five semidiametro totius lunaris globi apparentis. Primo quidem, si data amplitudine annuli, & vi refractiva quærat altitudo fluidi, admodum facile geometrice solvitur. Data enim amplitudine annuli, datur angulus bAB , adeoque & punctum B , & producta AB usque ad Cb in I , angulus incidentiæ CBI , adeoque

data vi refractiva, datur & angulus refractus CBH . Datur autem & CbH respondens angulo incidentiæ Cbo recto. Quare dantur binæ rectæ BH , bH , quarum concursus in H determinat semidiametrum nuclei CH , & ejus differentia a Cb exhibet altitudinem fluidi.

47. Calculo etiam trigonometrico idem facile inveniri poterit. Nam in triangulo CAB ex datis AC , CB , & angulo CAB invenitur sinus anguli CBA , qui obtusus assumi debet. Invenitur igitur is angulus, adeoque & tertius ACB , & ejus residuum BCb ad ACb complementum semidiametri apparentis CAb . Quare producta BH usque ad Cb in M , habebuntur in triangulo CMB anguli ad C , B , & ipsa CB , adeoque invenietur CM cum angulo CMB . Ex iis innotescet bM , & angulus HMb . Quare dato etiam angulo MbH , habetur bH , & ex ipsa hH , & bC habetur demum CH .

48. Verum si amplitudo annuli bAB fit satis tenuis, angulus CBI erit ad sensum rectus, adeoque angulus CBH fere æqualis angulo CbH . Hinc ob CB , Cb æquales, anguli CHB , CHb æquales erunt ad sensum, adeoque & anguli HCB , Hcb æquales. Quare invento angulo BCb , jam habetur Hcb ejus dimidium, & ex ipso, ac ex CbH , & Cb habetur CH . Quod si etiam ob ingentem distantiam oculi A , angulus AIC habeatur pro recto, erit radius ad cosinum anguli BCb ut Cb ad CI , quæ ratio data annuli amplitudine, & semidiametro apparenti totius globi datur, adeoque datur & is angulus.

49. Patet autem facile, altitudinem fluidi eo minorem fore, quo vis refractiva, & annuli amplitudo apparens minor erit. Nam amplitudine annuli imminuta decrescit arcus Bb , & imminuta vi refractiva crescunt anguli CBH , CbH , ex quibus patet punctum H removeri debere a C .

50. Re-

50. Reliqua bina problemata planam Geometriam longe transcendunt. Data nimirum vi refractiva, & altitudine fluidi invenitur facile punctum H juxta num. 46. At datis punctis A & H invenire punctum B ita, ut sinus anguli CBH ad sinum CBI fit, in data ratione est problema, cujus solutionem qui analytice quæsierit, quod quidem facile præstari potest, sentiet, quam sit sublime. Devenietur ad æquationem ope quatuor theorematum, quæ in Trigonometria notissima sunt. 1. Binorum angulorum, qui simul duos rectos complent idem est sinus: 2. Cofinus cujusvis anguli habetur si e summa quadratorum radii, & sinus extrahitur radix: 3. Sinus summæ duorum angulorum habetur, si finus primi ducatur in cofinum secundi, & finus secundi in cofinum primi, ac summa productorum dividatur per radium: 4. In quovis triangulo latera sunt ut finus angulorum oppositorum. Ponatur radius $= r$, finus incidentiæ ad sinum anguli refracti ut m ad n , recta $CB = a$, $CH = b$, $CA = c$, finus anguli dati $ACH = g$, finus anguli CHB incogniti, & determinantis punctum $B = x$. Erit ut $CB = a$ ad $CH = b$, ita finus $CHB = x$ ad sinum $CBH = \frac{bx}{a}$. Cofinus illius erit $\sqrt{rr - xx}$, hujus $\sqrt{rr - \frac{bbxx}{aa}}$. Quare finus summæ erit $\frac{x}{r}\sqrt{rr - \frac{bbxx}{aa}} + \frac{bx}{r}\sqrt{rr - xx}$, qui erit finus tertii anguli BCH complementi illorum ad duos rectos, ac dicatur z . Rursus erit ut n ad m , ita finus $CBH = \frac{bx}{a}$ ad sinum CBI , vel $CBA = \frac{mbx}{na}$, ac ut $CA = c$ ad $CB = a$, ita finus $CAB = \frac{mbx}{na}$ ad sinum $CAB = \frac{mbx}{nc}$. Quare eodem pacto finus summæ angulorum CBA ,
P. Boscovich de Lunæ Atmos. E

CAB , five sinus anguli ACB erit $u \sqrt{rr - zz} + z \sqrt{rr - uu}$,

qui si ponatur $=g$, habetur æquatio deducta via admodum simplici, quæ data omnia satis expedite cum quæsitis connectit, quam tamen qui a tot radicalibus liberare tentaverit, sentiet, quo assurgat.

51. At in casu nostro, in quo altitudo fluidi est exigua, & oculi distantia summa, multo facilior est solutio, quam exhibebimus n. 62. Inter ea, quod ad rem præsentem pertinet, si angulus CBH sumatur quam proxime æqualis angulo CbH , angulus HCB erit proxime æqualis angulo HCb dato datis CH , Cb , & angulo CbH . Quare habebitur angulus BCb , & ejus cosinus CI ad radium Cb , adeoque & Ib amplitudo annuli apprens, qua inventa potest etiam corrigi positio illa anguli CBH æqualis CbH . Cum enim sit sinus anguli CBH ad finem CBI , ut sinus CbH ad finem anguli recti Cbo , five ad radium, erit alternando sinus CBH ad finem CbH , ut sinus CBI ad radium, five proxime CI ad Cb . Invento hoc pacto angulo BCH , & restituto calculo, habetur amplitudo annuli multo correctior.

52. Si demum detur altitudo fluidi, adeoque CH , & amplitudo annuli, five angulus BAb , determinatio vis refractivæ est pariter admodum elevata, ad quam datis punctis B , b , & interiori peripheria, inveniendum in ea est punctum H ejusmodi, ut sinus anguli CBH ad finem anguli CBI fit, ut sinus CbH ad radium. Sed ob sensibilem æqualitatem angulorum BCH , bCH satis est fecare bifariam angulum BCb datum per rectam CH , & habebitur quæsitum punctum H , & angulus refractus CbH , respondens angulo incidentiæ recto, adeoque vis refractiva.

53. Quoniam juxta num. 34. radii etiam ex unico solis puncto profecti plusquam dimidium lunarem globum illustrarent trans ejusmodi fluidum ob refractionem, considerabimus hic, quam formam habere debeat limes dirimens partem superficiæ illustratam a parte obscura, sub qua forma is debeat apparere oculo potissimum in lunæ dichotomiis, & quam relationem debeat habere amplitudo annuli respectu excessus arcus illustrati supra semicirculum.

54. Referat (*in Fig. 8.*) circulus $DEde$ congruens cum plano chartæ sectionem superficiæ exterioris factam plano quovis transeunte per centrum C , & centrum solis, ad quod dirigatur diameter Ee , circulus autem $PFpf$ sectionem nuclei eodem plano factam, quos circulos secet in E , F , f , e recta CS tendens ad centrum solis, ac ipsi Ee perpendicularis recta itidem per centrum, & in eodem plano ducta occurrat iisdem in D , P , p , d . Radii vero a limbo solis in eodem plano sito tangentes exteriorem circulum sint AB , ab , qui refracti in B , b abeant ad interiorem per BH , bb , jungaturque H , h per rectam occurrentem Ee in T . Satis patet, circulum diametro Hb descriptum perpendicularem rectæ Ee , adeoque plano chartæ, nimirum sectionem superficiæ interioris factam per T plano perpendiculari rectæ CS fore litem inter partem illustratam, & obscuram. Si enim tota *Fig. THBA* convertatur circa axem TS , radius BA semper radet limbum solis, tanget circulum exteriorem in B , refringetur per BH , & H determinabit litem illum, ac describet circulum enunciatum.

55. Diameter Hh ejus circuli, data vi refractiva, altitudine fluidi, & diametro solis apparente, facile definitur. Est enim chorda arcus HFb , qui a semicirculo differt per binos arcus PH , ph , five per duplum PH ; & si radius BC occurrat cir-

culo interiori in Z , arcus PH componitur ex binis, nimirum ex HZ , qui æquatur illi mb (*Fig. 5.*) dati (num. 34.) data altitudine fluidi, & vi refractiva, ac ex ZP , qui æquatur semidiametro apparenti solis, sive divergentiæ rectarum BA , CS , quæ nimirum si parallelæ essent, contactus B haberetur in D .

56. Is circulus oculo constituto in ipso ejus plano, & seclusa fluidi refractione, deberet apparere rectilineus, oculo constituto in ejus axe, circularis, oculo constituto in quavis alia positione, ellipticus, ut constet ex Opticæ, & perspectivæ principiis. Fluidi refractione Figuram ellipticam turbabit nonnihil. Punctum superficiæ exterioris, cui respondet punctum datum quodvis circuli in interiori superficie constituti, determinari potest ope problematis, quod num. 50. exposuimus. Quod problema cum altissimum sit, satis patet, quam sublimis esse debeat curva in superficie exteriori prodiens, & ejus projectio optica in disco lunæ apparenti. Verum si altitudo fluidi exigua sit, satis patet projectionem ejus circuli in disco lunæ parum turbari posse a fluidi refractione: nam punctum, in quo quivis radius egredietur e superficie exteriori, parum distabit a puncto superficiæ interioris, ex quo profectus est, nimirum per illud intervallum, quo ipse radius per fluidum progreditur. Quare recta tendens ad locum puncti cujuslibet visum, parum distabit a recta tendente ad locum verum. Illa vero exigua deviatio facile quam proxime definitur ope facilioris solutionis ejusdem problematis, quam dedimus num. 51. Sed hic investigabimus alia via aberrationem loci visi a vero in extremis punctis arcus visi ejus circuli, ac in medio tempore dichotomiæ apparentis.

57. Punctum Q superficiæ interioris existens in limite illuminationis a sole factæ per radium QR appareat in superficie exteriori in ipso limbo in R oculo constituto in N in recta CPD pro-

ducta. Radius circuli CR occurrat superficiæ interiori in V , ac planis ECR , DCR secetur utraque superficies sectionibus definitibus semicirculos ERe , FVf , DRd , PVp , & præterea sit FQ arcus circuli maximi.

58. Si punctum N concipiatur in immensa quadam distantia ita, ut semidiameter lunæ respectu ipsius distantiae habeatur pro nulla, discus lunæ exhibebit integrum hemisphaerium, & arcus DR erit quadrans, adeoque quadrans & PV , cumque & PF sit quadrans, erit P polus circuli maximi FV , & angulus FVQ rektus. Cum igitur FQ sit paulo minor semicirculo, ob illuminationem a sole factam excedentem hemisphaerium, & angulus QFV exiguus non possit non esse acutus, basis FQ superabit latus FV . Est enim ex Trigonometria sphaerica radius ad cosinum anguli, ut tangens basis ad tangentem lateris adjacentis. Quare arcus ER , qui est similis arcui FV , deficiet a quadrante magis quam FQ .

59. Contrarium accidet in puncto H sito in medio limitis visi inter partem illuminatam, & obscuram. Ductis per H radio CHM , & recta NLH , quæ occurrant superficiæ exteriori in M , L , radius iturus ex H ad N debet prodiere alicubi in I inter M , & L , cum is, qui exit in M , recta pergat, is vero, qui prodit ex L , detorqueatur introrsum versus DN ad superficiem. Erit igitur arcus $EImajor$, quam PM , qui similis est arcui FH , & is æqualis FQ , cum puncta H , Q sint in limite illuminationis, cujus polus in axe ipsius limitis in F . Erit igitur arcus $EImajor$ quam ER , punctum autem I apparebit oculo N in disco lunæ in G per rectam IG in eo casu parallelam DC , adeoque perpendicularem Ee .

60. Quare si (*in Fig. 9.*) semicirculus ERe sit idem ac (*in Fig. 8.*), & compleatur circulus in Ere , qui referet discum apparentem lunæ, ductaque chorda RVr perpendiculari Ee ,

sumatur arcus $E I$ æqualis arcui $E I$ (*Fig. 8.*) qui erit major quam $E R$, vel $E r$, ducaturque $I G$ perpendicularis ad $E e$, cadet punctum G versus partem illuminatam e respectu V , & illuminatio visa in margine disci protendetur usque ad $R r$, in medio usque ad G , existente limite $R G r$ adhuc cavo. Eo pacto prima dichotomia videretur serius, quam oculo appellente (*in Fig. 8.*) ad rectam $C D$ perpendicularem $C S$.

61. At id discrimen esset ita exiguum, ut sub sensum omnino non caderet. Cum enim (*in Fig. 8.*) $F Q$ deficiat a quadrante per exiguum arcum, & angulus $V F Q$ sit itidem exiguus, differentia arcuum $F Q$, $F V$ prodit prorsus insensibilis. Si nimirum ponatur $F Q$ deficiens a quadrante per 5 gradus, & angulus $V F Q$ graduum 5, adhuc inito calculo excessus $F Q$ supra $F V$ vix superabit unum minutum: unum autem minutum superficiei lunaris e terra visum non subtendit angulum $\frac{1}{2}$ minuti secundi. Rursus ob arcum $M L$ proxime rectilineum, & perpendicularem $H M$, similia erunt triangula rectangula $H M L$, $H T C$ ob angulos ad H ad verticem oppositos æquales: ac proinde erit $H M$ ad $M L$ ut $T H$ ad $C T$. Quare etiam si $C T$, & $H M$ ejusmodi magnitudinis sint, ut directe e terra visæ unum minutum subtendant, adhuc tamen cum $T H$ debeat remanere 15 minutorum, $M L$ subtendet $\frac{1}{3}$ unius minuti, sive 4 secunda, quorum partem tantummodo occupabit $M I$, quæ facile determinatur datâ vi refractiva. Erit enim sinus anguli incidentiæ $G I C$, sive proxime $M H L$, ob $C I$, $I G$ proxime parallelas $H M$, $H L$, ad finem anguli refracti $H I G$, sive proxime alterni $M H I$ in ratione data, & cum anguli ipsi exigui sint, erunt & anguli, & lineolæ $M L$, $M I$ in eadem ratione. Capta nimirum $M I$ ad $M L$ in ratione sinus anguli refracti ad finem incidentiæ, haberetur ille arcus $M I$, qui esset quam proxime idem ac $r I$ (*Fig. 9.*) ob discrimen arcuum $F Q$, $F V$ (*Fig. 8.*)

admodum insensibile, & in aqua nostra communi, ubi ii sinus sunt ad se invicem ut 4 ad 3, arcus ipse $r I$ visus e terra, sive spatium curvaturæ $V G$ remaneret secundorum 3 in facta hypothese adhuc perquam exiguum, & vix sensibile. Et hic quidem habetur alia expedita solutio problematis expositi n. 50. quo investigatur punctum I , in quo debeat oculo N apparere punctum H , posita exigua fluidi altitudine, & magna oculi distantia, ac data vi refractiva. Ductis $C H M$, $N L H$ fatis erit sumere $M I$ ad $M L$, ut est tangens anguli $M H I$ ad tangentem $M H L$, quorum primi sinus ad finem secundi, qui datur, est, ut sinus anguli refracti ad finem incidentiæ. Demonstratio enim in superiori numero facta est generalis pro quavis distantia $H a P$.

62. Facta hypothese distantie oculi ejusmodi, ut pro infinita haberi possit, vidimus tempore, quo oculus est in recta $C D$ (*Fig. 8.*), haberi adhuc cavitatem versus partem illuminatam, adeoque eo tempore nondum haberi dichotomiam. At si consideretur positio oculi ejusdem, uti revera est, in magna quidem, sed non immensa distantia; poterit is effectus prorsus evanescere, immo & oppositus oriri, ut nimirum dichotomia anticipetur. Nam eo casu arcus $P V$ deficiet a quadrante per semidiametrum apparentem lunæ, sive per 16' circiter, cum oculus debeat videre e superficie tantundem minus hemisphærio, quantum mensurat apparentem diametrum juxta num. 34. Si igitur arcus $V Q$ fuerit 32', adeoque arcu $P Q$ excedente quadrantem per 16', arcus $P V$, $p Q$ æquales, facile patet, & $F V$, $F Q$ æquales fore, ac si arcus $V Q$ fuerit adhuc minor, erit $F Q$ etiam minor quam $F V$. Extremus autem limbus caderet supra $E i n o$, & arcus $o R$ esset adhuc tantillo major arcu $E R$, arcus autem $o M$ minor arcu $E M$ per $E o$ minutorum 16. Sed id quidem nihil curvaturam mutaret;

nam quivis circulus descriptus polis E vel F , in discum definitum circulo transeunte per o parallelum circulo $E R e$ adhuc per rectas ipsi disco perpendiculares projiceretur in rectam lineam. At ad curvaturam immutandam conduceret projectionis obliquitas, sive inclinatio lineæ $N I$. Punctum enim I projiceretur in discum in g per lineam obliquam, non in G perpendiculariter.

63. Et quidem facile definitur limes altitudinis fluidi, in quo $G g$ æquatur $M L$, ut etiam data vi refractiva, limes, in quo æquatur $M I$. Est enim $C g$ ad $G g$, ut $N C$ ad $I G$, sive ut distantia lunæ a terra ad semidiametrum lunæ quam proxime, nimirum posita diametro apparente lunæ $32'$, ut radius ad sinum $16'$, sive quam proxime ut 21.5 , ad 1 , & juxta num. 61. est $C T$, quæ proxime æquatur $C g$, ad $M L$, ut $G H$ ad $H M$, adeoque si altitudo $M H$ fuerit $\frac{1}{2}$, residui radii $C H$ nimirum proxime milliariorum 5, æquabuntur proxime $G g$, $M L$, & in minore altitudine fluidi prima erit major, in majore minor. Ea autem altitudo pro æqualitate $G g$, $M I$ erit augenda in ratione $M I$ ad $M L$, sive sinus anguli refracti ad sinum anguli incidentiæ.

64. Posset quidem generaliter determinari data altitudine fluidi & vi refractiva, quantitas curvaturæ, & definiri limes, in quo curvatura ipsa evanescat, sed ex iis, quæ dicta sunt, admodum evidenter patet, omnes eas quantitates ita exiguas esse, & ex parte etiam se mutuo corrigere ita, ut perquam exiguus effectus inde oriri possit in dichotomiæ determinatione. Pro reliquis lunæ phasibus effectus fere eodem modo definitur. Satis est enim considerare rectam $C S$ inclinatam ad $C N$ in quovis angulo, quo casu punctum B habebit majores distantias a D , & $F H$ distabit magis a quadrante, erit autem semper $F Q$ proxime æqualis quadranti, & angulus $F V Q$ rectus, ac $I M$ ad $M L$ auctis angulis $M H L$, $M H I$ non erunt ut ipsi anguli, sed ut eorum angulorum

rum tangentes ob angulum $M H L$ rectum. Ipsa vero $M L$ crescet in eadem ratione ac $C T$; sed ejusmodi determinationes nobis nulli futuræ sunt usui. Ea quæ ad dichotomiam pertinent paulo fusius evolvenda fuerunt, cum & inde pro atmosphæra lunari argumenta desumpta fuerint, ut inferius patebit.

65. Illud tantum est reliquum, ut definiamus nexum, quem habet (*in Fig. 7.*) amplitudo annuli $b I$ cum incremento $m H$ arcus illuminati vi refractionis. Ubi altitudo fluidi sit exigua, facile demonstratur fore proxime $H m$ mediam inter $b I$ & quartam partem lunaris diametri. Est enim ex natura circuli $b I$, quæ proxime æquatur sinui verso arcus $b B$ ad chordam $B b$ proxime æqualem arcui, ut hæc ad diametrum. Porro cum angulus $H C b$ sit paulo major dimidio angulo $B C b$ (num. 48.), erit arcus $H m$ quam proxime dimidius arcus $B b$, adeoque $b I$ ad $H m$ ut $H m$ ad quadrantem diametri. Et hoc quidem incrementum in lunæ limbo apparebit ejusdem ad sensum magnitudinis, cum (*in Fig. 8.*) differentia arcuum $F Q$, $F V$, a qua pendet effectus refractionis fluidi, sit (num. 61.) exigua unius secundi fractio. Igitur excessus dimidii marginis illuminati in disco lunæ e terra viso ortus ex hujusmodi refractione fluidi supra quadrantem circuli, erit medius inter annulum inde ortum, & videndum in totali lunæ eclipsi, ac quadrantem diametri lunaris. Nimirum ad hoc ut ejusmodi annulus esset unius minuti, deberet ille excessus esse medius inter $1'$ & $8'$, minorum videlicet proxime 3, & excessus unius minuti secum trahit annulum secundorum $7\frac{1}{2}$.

66. His, quæ ad orbem homogeneum ambientem lunam pertinent, absolutis, videamus jam, quid præstare debeat orbis nostræ atmosphære similis, eo rarior, & eo minore vi refractiva pollens, quo altior, donec demum definat sensim in medium æthereum uniforme. In eo casu radii per ipsum orbem perpetuo

P. Boscovich de Lunæ Atmosf.

F

incurvantur versus globum interiorem, & alii quidem in ipsum incidunt, alii ipsum tangunt, ac prætervolant, alii demum transvolant in aliqua ab eo distantia, & eo minus incurvantur, quo in majore distantia transeunt, donec deveniatur ad eos, qui supremam superficiem contingunt, qui abeunt prorsus recti.

67. Referat (*in Fig. 10.*) circulus Mm lunam, Ll supremam atmosphæræ superficiem, quam tangant rectæ ALB , Alb in L , l . E radiis omnibus ab A egressis ii, qui extra angulum BAb abeunt, nullam inflexionem patiuntur, ut nec ipsi AB , Ab : Ii , qui continentur eo angulo, torquebuntur omnes præter unicum, qui dirigitur ad C . Sit unus ex iis AH . Is in ipso appulsu ad supremam superficiem incipiet inflecti, & perpetuo inflectetur accedendo ad perpendicularum; sed cum initio nihil differat atmosphæra a medio æthereo, tum incipiat densari, & vires refractivas majores exerere per gradus continuos, curva quædam continua describetur HMO , quam tanget in ingressu H recta AH , per quam radius defertur, & in egressu O , recta OF , per quam emergit, ac dimidia curva MH debet esse prorsus æqualis, & similis dimidiæ MO , prorsus ut num. 12. Quamobrem rectæ AH , FO concurrent alicubi in N in recta CM secante bifariam ipsam curvam, & ME tangens curvam in M perpendicularis ipsi CM in rectas AN , ON incidet ita in punctis Q , R , ut triangulum QNR sit isosceles.

68. Jam vero si radius AH fuerit proximus ipsi AL , ob summam tenuitatem atmosphæræ in vertice refractionem patietur prorsus insensibilem, licet in ipsam superficiem ita incidat, ut angulus incidentiæ sit fere rectus. Quamobrem vix quidquam detorquebitur, ac proinde parum admodum immerfus intra superficiem ipsam, ex ea statim emerget, & tota curva HMO , & angulus DNF binarum tangentium erunt perquam exigua. Re-

cedente AH ab AL curvatura, & ipsa curva, & angulus DNF crescent perpetuo. Licet enim in superioribus superficiebus refractionis ob minorem obliquitatem erit minor, erit tamen aliqua: tum in inferiores devenietur ad obliquitates easdem, quas priores radii habebant in superioribus, & mutatio perpetuo ita magis crescet, ut omnium inflexionum summa multo major evadat, donec deveniatur ad aliquam superficiem, quam radius tantummodo continget, & postquam iterum ascendet ultra M . Atque id accidet, donec minima distantia CM evadat æqualis nuclei, seu lunæ radio, ut figura exhibet, in qua exprimit lunam circulus Mm . Interiores vero radii, ut AG ita intorquebuntur per lineas GS , ut in nucleum ipsum incidunt in S .

69. Atque id quidem ita se habere in nostra atmosphæra patet vel ex eo, quod fiderum refractiones in locis humilioribus majores sunt, quam in summis montibus. Si enim e contrario fidus aliquod F appareat oculo sito in M per lineam horizontalem ME in E , radio delato per rectam FO , & curvam OM , angulus FME erit horizontalis refractionis fideris ipsius, quod apparebit altius per FE . Is angulus erit ad sensum æqualis externo ERF , cum ob latus RF in immensum majus latere RM angulus RFM sit in immensum minor ipso RMF . Cumque FRE æquetur NRM ad verticem opposito, & ipsius NRM duplus sit externus DNR trianguli NRQ isoscelis, erit ipse angulus EMF dimidius anguli DNF , quem continent binæ tangentibus illius curvæ, & qui est summa omnium inclinationum radii ipsius, adeoque mensurat totam radii curvaturam. Porro dum altius ascendimus a Telluris superficie in quacunque altitudine sumus, fidera etiam in horizonte videmus, quod indicat radium aliquem fideris eo deferri per lineam horizontalem, adeoque viam radii ita incurvari, ut ibi evadat perpendicularis rectæ ten-

denti ad centrum. Refractionem autem horizontalem ipsius sideris invenimus eo minorem, quo altius ascendimus. Igitur & in quibusvis altitudinibus radii aliqui horizontales fiunt curva mutante accessum in recessum, & angulus DNE binarum tangentium, sive curvatura viæ radii major est in radiis se in atmosphæram immergentibus magis.

70. Porro hinc jam admodum facile percipitur discrimen summum inter hunc casum, & illum fluidi homogenei globo affusi pro oculo constituto in A extra globum, & ultra ejus atmosphæram. Nimirum si centro A , radio ultra globum excurrente AB sit arcus circuli $IBbi$ occurrens rectis AL, AN, NO, Al, An, no , in D, E, F, d, e, f , quem objectum quoddam percurrat motu æquabili; donec id fuerit in arcu IB , apparebit ubi est, & motus ipsius apparebit etiam æquabilis, ut est revera. Eo existente in arcu BF , apparebit propius puncto B , quam revera est ita, ut dum existit in F apparere debeat in D , adeoque & motus apparens retardabitur, qui apparebit factus per BD , cum revera fiat per BF . Per arcum Ff videri desinet, per fb iterum apparebit propius puncto b , quam deberet, ac motus e contrario accelerabitur, donec demum per reliquum arcum bi radio iterum illæso, & locum suum, & celeritatem recuperaret. Quod si atmosphæra fluido constaret homogeneo, in ipso appulsu ad B evanesceret, nec videri inciperet, nisi ubi ad b delatum esset juxta num. 36.

71. Et id quidem contingeret existente arcu in plano transeunte per oculum A , & globi centrum C . Ceterum si tota figura BAC circa axem AC gyret, inter superficiem conicam $BLlb$, sphericam $LOol$, & conicam $FOof$ ubique objectum apparebit propius centro C , quam revera est, & intra superficiem $FOof$ situm delitescet. Accessus autem apparens ad cen-

trum fiet semper in plano transeunte per oculum A , centrum C , & locum verum, ac visum. Quare respectu disci apparentis locus verus, visus, & centrum jacebunt in directum. Ipse vero globus Mm apparebit aliquanto major, tanquam nimirum si usque ad rectam AHN deveniret, eamque contingeret.

72. Concipiatur recta AF , & ipsi perpendicularis CP , ac radio CP sit globus quidam. Quo tempore objectum radio directo apparere deberet in circumferentia disci apparentis globi Pp , eodem apparebit in circumferentia disci apparentis globi Mm , & viceversa cum apparebit in hujus circumferentia, erit in circumferentia illius, ac locus verus jacebit inter centrum, & locum apparentem in directum.

73. Fient igitur occultationes, & emerfiones ejusmodi objecti eodem prorsus pacto, quo fierent, si nulla adesset atmosphæra, & globus haberetur opacus radio CP pro globo majore habente radium CM , sed eadem apparebunt factæ in globo illo majore.

74. Si objectum, quod occultatur, vel emergit, fuerit stella aliqua fixa, vel planeta, angulus NAP , sive differentia semidiametri, globi apparentis a globo determinante occultationem, & emerfionem æquabitur duplæ refractioni horizontali habitæ in superficie globi atmosphæram sustinentis. Erit enim in stellis Fixis latus NF in immensum majus, & in planetis majus plurimis vicibus, quam NA . Quare cum anguli exigui sint proxime ut sinus sui, & sinus ut latera opposita, erit angulus NFA in fixis in immensum minor, in planetis ita minor exiguo angulo NAF , ut haberi possit pro nullo. Hinc angulus NAF erit ad sensum æqualis angulo DNF , sive duplo angulo NRQ , vel ERF , vel demum duplæ horizontali refractioni EMF .

75. Exprimat (*in Fig. 11.*) circulus Bb discum apparentem atmosphææ, Dd discum apparentem globi lunaris atmosphæram sustinentis, Ee discum apparentem globi illius interioris determinantis occultationes, & concipiatur astrum quoddam percurrere post ipsam lunam motu æquabili rectam quandam, primo quidem Aa transeuntem per centrum, tum Ff incidentem in discum intimum in I, i , ac demum rectam Ll evitantem ipsum intimum discum. In primo casu accidet illud idem, quod num. 70. determinavimus. Nimirum motus usque ad B fiet æquabilis: tum tempore, quo percurritur BE , apparebit motus per BD , adeoque tardior: momento, quo appellet ad E , occultabitur in D : momento, quo deveniet ad e , emerget in d : per eb apparebit pariter delatum motu magis lento, & conficiet solum spatium db : tum per ba feretur motu iterum æquabili. In secundo casu usque ad circumferentiam extimam per FG apparebit delatum motu itidem & æquabili, & rectilineo: tum deflectetur per GH ad curvam quandam, ac evanescet in puncto H , quod determinabitur a recta CI producta, usque ad peripheriam mediam, ac occultabitur in H : ubi devenerit ad I , emerget in b , ubi devenerit ad i , & per curvam hg priori similem abibit per gf . In tertio demum casu deveniet per LM motu rectilineo, & æquabili usque ad extimam peripheriam: tum circa mediam illam inflectetur ita per curvam MNm , ut licet recta Ll debeat in ipsam peripheriam impingere; ea evitata, nusquam occultetur.

76. Et hoc quidem accidet, si ut exhibent figuræ, angulus ille NAP (*Fig. 10.*), qui determinat imminutionem semidiametri globi determinantis occultationem astri, sit minor semidiametro apparente CAN , ac (*in Fig. 11.*) ejusmodi imminutio sit DE minor quam DC . Sed si ea esset æqualis ipsi radio, evanescente toto circulo $EIie$, astrum in primo casu delatum per Aa in

percurrendo spatio BD infumeret totum tempus, quo revera percurreret totam semidiametrum BC , & momento eodem, quo deveniret ad centrum, appareret instar annuli per totam circumferentiam circuli DHd , per quam quodammodo a D translatus ad d momento temporis, defineret apparere in D , & pergeret per db , in quo spatio percurrendo tantundem temporis impenderet. Casus autem secundus haberetur nullus, & per quamcunque rectam Ll abiret astrum, curvaretur per MNm fine occultatione.

77. At si dupla horizontalis refractionis adhuc major extiterit semidiametro globi apparentis, multo magis mira Phænomena accident. Sit (*in Fig. 12.*) ejusmodi dupla refractionis horizontalis BE , jacente E ultra C , sed adhuc existat minor, quam Db , ut circulus Ee contineatur intra circulum Bb . Stella per AB in primo casu deferetur motu æquabili, & rectilineo: tum in percurrendo arcu BD impendet totum tempus debitum motui per BE ; nam ubi apparebit in D ob effectum refractionis DE , debet esse in E , ac ipsa stella progressa ultra E jam ex parte DB videri non poterit. At dum apparebit percurrere spatium BD , percurrrens revera spatium BE , multa ipsi accident. In primis in appulsu ad e , dum adhuc ex parte BD apparet alicubi in P , debet apparere etiam ex parte opposita in d effectum refractionis de , adeoque antequam immergatur in D , emerget ex parte opposita in d , & per totum spatium, quo percurreret diametrum eE apparebit in binis punctis oppositis. Quin immo, quoniam ubicunque fuerit in circumferentia circuli Ee , debet apparere alicubi in circumferentia Dd ultra centrum, omnino patet, ubi intra circulum Ee fuerit, debere apparere utrinque extra circulum Dd . Ubi autem pervenerit ad centrum C , apparebit ex altera parte alicubi in V , ex altera in u , in eadem distantia a puncto C , vel a punctis B, b , quo

casu omnino patet debere pariter apparere in quavis alia diametro utrinque a centro in eadem distantia, ut in diametro Tt in R, r , adeoque eo momento temporis, quo transibit per centrum, apparebit, ut quidam annulus per totam circumferentiam circuli $VRur$, qui quidem circulus erit limes quidam binorum locorum oppositorum ita, ut si stella sit alicubi in S , debeat apparere in diametro TSt alicubi ex eadem centri parte in N ultra eum circulum, & ex opposita in N' citra ipsum. Ac eo pacto dum stella percurrent spatium Be habebitur unicus locus visus ad partes B in spatio BD : ea appellente ad e , emerget alter in d : ea percurrente eC , ille prior percurrent PV , posterior du : ea appellente ad centrum, locus visus diffundetur per totum circulum, & fiet annulus quidam, qui momento temporis evanescet: ea percurrente CE , ille prior locus percurrent VD , hic posterior spatium up æquale VP : eo appellente ad E immergetur prior locus in D , & interibit; ea demum percurrente Eb , prior ille locus nusquam jam erit, posterior vero percurrent pb .

78. At in secundo casu, in quo stella percurrat rectam Ff incidentem in circulum eE in i & I , habebitur phænomenum adhuc magis mirum. Ubi stella percurrent tractum Gi , locus apparens percurrent curvam quandam GH ultra circulum $VRur$: ipsa appellente ad i , jam emerget ultra centrum in h secundus locus in ipsa peripheria circuli Dd , priore illo adhuc sito in H ultra circulum $VRur$: stella percurrente iI , locus prior describet circa centrum arcum HNh , qui erit continuatio curvæ GH , & jacebit ultra circulum $VRur$, locus vero posterior arcum $hN'H'$ curvæ ortæ in h , desinentis in H' , in ipsa peripheria Dd , & jacentis citra circulum $VRur$: illa appellente ad I , novus ille locus interibit in H' , priore illo existente in h' : dum autem fixa percurrent Ig , prior ille locus continuabit motum per arcum $H'g$
æqua-

æqualem, & similem GH , secundo nusquam existente. Quamobrem in hoc casu alter locus sine ulla immerfione, aut emerfione gyrabit circa discum apparentem corporis atmosphæram sustinentis, alter orietur, & occidet emerfione pariter immerfionem præcedente.

79. Quod si CE ita augeatur, ut primo evadat æqualis Cb , puncta P, p in primo casu abibunt in B, b , orietur nimirum secundus locus visus in d in ipso appulsu primi loci ad B , quæ puncta jacerent extra circulum Bb , si CE esset etiam major, quam Cb , secundo loco viso emergente ex d ante appulsu primi ad B , nimirum in appulsu ad e . Sed in utroque hoc casu circulus Vu contineretur intra Bh , & arcus quidem GNg jaceret ultra ipsum, $hN'H'$ citra. At ubi CE sit major, quam Cb , recta Ff incidet prius in circulum Ee , quam in Bb . Quamobrem arcus $hN'H'$ secundi loci patebit magis, quam GNg , nec punctis h, H' respondebunt puncta h', H , sed puncta G, g punctis jacentibus in arcibus $N'b, N'H'$. Ac in eodem casu fieri poterit, ut Ff incidat in circulum Ee , sed evitet circulum Bb , ac habeatur ramus $hN'H'$ sine ramo GNg , nimirum sine curvatura primi loci visi, quæ quidem omnia satis patent per se, sed patebunt magis ex constructione, qua paulo infra utemur.

80. Porro in omnibus superioribus casibus, quo minor fuerit chorda Ii , hoc minor itidem erit arcus ille $H'N'b$, qui pendet ab angulo $H'Cb$, & si Ff contigerit circulum Ee , tota curva $hN'H'$ abibit in unicum punctum, & stella unico momento temporis apparebit ex parte N' : recta autem Ff cadente extra circulum Ee , secundus ille locus nusquam habebitur, sed unica via GNg unici loci.

81. Et hæc quidem locum habent in stellis fixis, quæ instar puncti apparent; nam in planetis, qui potissimum telescopio.
P. Boscovich de Lunæ Atmos. G

pio conspecti habent diametrum apparentem admodum sensibilem, ea non de toto planetæ disco, sed de singulis disci punctis intelligenda sunt, ac quæ mutatio haberi debeat in ipsa disci forma, patebit paulo infra. Interea notandum illud, omnia hæc phænomena omnium expositorum casuum (*Figura 12*) ubi DE major est quam DC , sed CE minor quam Cb , debere haberi, si e luna spectetur immerfio fixarum post terram. Nam refractionis quidem horizontalis in atmosphæra terrestri est saltem $32'$, cujus duplum 64 est semper majus semidiametro terræ e luna visæ. Ipsa autem semidiameter est æqualis parallaxi horizontali lunæ, quæ ad 64 minuta pertingit numquam.

82. Ipsas autem curvas omnium casuum tam (*Figura 12*, quam *11*) facile esset definire, si posset determinari pro quavis data distantia apparenti a limbo correctio ipsi respondens, five totius curvaturæ radii intra atmosphæram effectus. Si enim DB (*in Fig. 13*) referat atmosphære altitudinem eandem, quæ habetur (*in Fig. 11*) & curva BRE exprimat correctiones correspondentes diversis distantis apparentibus a limbo D ita, ut pro distantia apparenti DR habeatur correctio RS expressa per ordinatam ejus curvæ, ac DE duplam illam horizontalem refractionem exhibeat, seu correctionem in appulsu ad limbum apparentem globi, sic facile (*in Fig. 11*) describitur curva illa GH . Producta (*in Fig. 13*) BD in C , ut DC sit eadem (*in Fig. 13*, & *11*) ducatur (*in Fig. 13*) BG parallela ordinatis, & æqualis BC . Tum assumpto in recta GI (*Fig. 11*) puncto quovis S , ductaque per ipsum ex centro recta, sumatur (*in Fig. 13*) GL' æqualis ipsi CS (*Fig. 11*) ac ducatur LS parallela GC usque ad curvam, cui si ea alicubi occurrat in S , ducta per S recta RF parallela BG , quæ in R , & F occurrat rectis CB , CG sumatur (*in Fig. 11*) in recta CS recta CR æqualis CR (*Fig. 13*)

& punctum R erit ad curvam quæsitam. Erit enim RF (*Fig. 13*) æqualis CR ejusdem, ut BG æquatur BC , adeoque etiam æqualis CR (*Fig. 11*) cumque & SF (*Fig. 13*) æquetur LG ejusdem, five CS (*Fig. 11*) etiam RS utrobique eadem erit. Cum vero CR utrobique sit ejusdem magnitudinis, & CD (*Fig. 13*) æquetur CV (*Fig. 11*) erit & DR illius æqualis distantie apparenti VS (*Fig. 11*). Quare pro distantia apparenti VR a limbo (*in Fig. 11*) habebitur correctio VS , & loco viso R respondebit verus S , ut oportebat. Nimirum (*in Fig. 13*) rectæ CR , RS , SF vel LG exhibebunt distantiam visam a centro, correctionem, distantiam veram, & cujusvis datæ distantie veræ GL a centro respondebit distantia visa CR .

83. Porro patet, si DE correctio in appulsu respondens duplæ refractioni horizontali sit minor semidiametro globi DC , ut exhibet (*Fig. 11*, & *13*) punctum E in hac debere contineri in triangulo BCG , cum producta DE usque ad CG in Q , debeat esse DQ æqualis DC . Ducta autem (*in Fig. 13*) EP parallela CG usque ad BG , patet constructionem haberi usque ad ipsam PE , nimirum donec GL , quæ assumitur æqualis CS (*Fig. 11*) evadat æqualis GP , five QE , five differentie ipsarum DQ , DE , vel DC , DE , nimirum rectæ CE (*Fig. 11*) five CI , nimirum donec punctum S abeat in I . Adeoque si alicubi recta Ff (*Fig. 11*) incidit in circulum Ee in I , curva GSH abrumptur ibidem in H . Sed si FI evitat eum circulum, nulla distantia CS (*Fig. 11*) evadet minor, quam GP (*Fig. 13*) adeoque curva continuabitur, ut MNm continuari supra vidimus.

84. Quod si, ut (*in Fig. 12*, & *14*) fuerit DE major, quam FC , erit in (*Fig. 14*) DE major, quam DQ , & adhuc GP , seu QE æqualis CE (*Fig. 12*) five differentie semidiametri CD , & duplæ parallaxis horizontalis DE , ac curva (*Fig. 14*)

alicubi fecabit rectam CG in T , unde dicta TV parallela ordinatis determinabit illam CV distantiam veram a centro respondentem correctioni VT sibi æquali, & requirentem locum verum in ipso centro, quam patet fore minorem quam CB , cum curva RE debeat rectam CG secare inter C , & G , adeoque patet (*in Fig. 12*) licet CE concipiatur major, quam Cb , debere CV esse minorem, quam CB , ut supra affirmavimus. Assumtis vero GL versus B , Gl ad partes oppositas versus P æqualibus distantia veræ a centro, habebitur CR , vel Cr distantia apparens; ac punctum quidem R obtinebitur semper, si GL (*Fig. 12*) distantia vera assumatur minor, quam GB , nimirum minor quam CB utriuslibet figuræ, five si punctum loci veri jaceat intra circulum Bb , (*Fig. 12*) & punctum r habebitur semper (*in Fig. 14*) si Gl fuerit minor, quam GP , vel QE , nimirum distantia vera (*in Fig. 12*) minor, quam CE , five punctum assumtum intra circulum Ee ; unde redit tota præcedens constructio, & utriusque rami determinatio pro casu, quo Ff incidat tam in circulum Bb , quam in Ee , five CE fuerit minor, quam Cb , five major, nimirum cujuscunque longitudinis sit (*in Fig. 14*) DE , vel QE .

85. Porro natura curvæ BSE , quæ exhibeat correctiones RS pro distantis apparentibus DR a limbo, vel CR a centro, determinari posset ex refractionum natura, si nota esset lex, secundum quam mutatur vis refractiva in diversis atmosphære altitudinibus. At id quidem etiam in hac nostra terrestri atmosphæra non ita facile definiri potest. Nam in primis non satis comperita est lex densitatis atmosphære ipsius aerem comprimi in ratione ponderis comprimantis, docent experimenta; unde & ex natura gravitatis decrescentis in ratione reciproca duplicata distantiarum determinavit Newtonus progressionem attenuationis in af-

censo per atmosphæram, ut nimirum altitudinibus a centro terræ computatis, & crescentibus in continua proportionem harmonica respondeant densitates decrescentes in progressionem Geometrica. At aer comprimitur in ratione ponderis comprimantis, si cetera sint paria, ut calor. Mutatis circumstantiis, mutatur compressio ipsa, & idem aer magis calefactus minus comprimitur eodem pondere. Atmosphæra vero in diversis a superficie terrestri distantis admodum diversam habet caloris vim. Turbatûr igitur plurimum ea lex, & idcirco fortasse barometrorum experimenta legi a Newtono inventæ non respondent.

86. Præterea vero vires refractivas invenit quidem Newtonus ipse plerumque proportionales densitati corporum, at invenit etiam corpora sulphureosa, & unctuosâ in lumen agere magis, quam pro quantitate materiæ. Quamobrem licet cognita nobis esset lex densitatis atmosphære, adhuc tamen si altera ejus pars majore, minore altera sulphurearum particularum quantitate sit prædita, & hæc nobis ejus dispositio incognita sit, etiam lex refractionis, & curvatura radiorum per atmosphæram debeat pariter ignorari. Nota quidem nobis est ex observationibus lex refractionum in superficie terræ pro quavis altitudine apparenti astri, cujus ope inquiri posset in aliquam legem vis refractivæ pro diversis atmosphære distantis a superficie terræ, inveniendâ hypothese ejus quampiam, quæ satisfaciât, & ex ea determinata inquiri posset in legem refractionum horizontalium pro oculo constituto in quavis distantia ab eadem superficie, qua lege hic opus est. Sed adhuc ignoraremus, an, si quam atmosphæram luna habeat, eadem sit in ea vis refractivæ lex.

87. Cum determinari non possit ex ipsa rei natura lex correctionum adhibendarum distantia apparenti a limbo, ut habeatur vera, Eulerus in Commentariis Acad. Berolinensis ad annum

1748, cum ex dilatatione quadam solaris disci in eclipsi annulari, de qua agemus paullo inferius, deduxisset aliquam licet tenuissimam lunæ atmosphæram, assumpfit, donec aliquid certius aliunde innotesceret, formulam algebraicam hujusmodi $z = \frac{A}{1 + Bx^n}$

in qua exprimeret z correctionem adhibendam loco viso debitam distantiae apparenti a limbo $= x$. Ibidem vero A, B sunt quantitates constantes, & n exponens pariter constans. Eas autem ita determinandas censuit, ut in ipso appulsu ad limbum habeatur correctio $40''$, assumpta nimirum in superficie lunari refractione horizontali perquam exigua $20''$, quanquam eandem adhuc minorem, & fortasse duplo minorem esse suspicatur: in distantia autem unius minuti sit jam insensibilis, in qua distantia assumpta deinde correctione $4''$, fecit $A = 40$, $B = \frac{1}{4000}$, $n = 2$, adeoque redegit formulam ad $z = \frac{40}{1 + \frac{1}{4000}x^2}$.

88. Ex hac formula tabulam sequentem computavit pro correctionibus ipsis, quæ exhiberet casum (Fig. 13) ubi tamen DE esset perquam exigua.



x	z	x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
0''	40''	10''	32''	20''	20''	30''	12''	40''	8''	90''	2''
1	40	11	31	21	19	31	12	45	7	100	2
2	40	12	29	22	18	32	11	50	6	110	1
3	39	13	28	23	17	33	11	55	5	120	1
4	38	14	27	24	16	34	10	60	4	130	1
5	37	15	26	25	15	35	10	65	4	140	1
6	36	16	24	26	15	36	10	70	3	150	1
7	35	17	23	27	14	37	9	75	3	160	1
8	34	18	22	28	13	38	9	80	2	170	$\frac{1}{2}$
9	33	19	21	29	13	39	8	85	2	180	$\frac{1}{2}$
10	32	20	20	30	12	40	8	90	2		

89. Ope illius formulæ, vel hujus tabellæ construi potest curva BE (Fig. 13) & ejus ope curvæ illæ (Fig. 11) definirantur. Stellæ fixæ, & quævis planetarum puncta, ubi devenierint ad distantiam unius minuti a lunari limbo, si exiguam correctionem ei distantiae debitam negligamus, inciperent motum retardare, ac si oblique inciderent, etiam incurvare, quæ si transirent in distantia a centro, minus, quam per $40''$ deficiente a lunæ semidiametro, curvam illam MNm perpetuam describerent circa limbum. Occultationes autem fierent eodem pacto, quo si lunæ diameter apparens esset per $80''$ minor, quam revera est, nimirum per semidigitum lunaris diametri, quo pacto & tempus immersionis, ac emersionis, & duratio occultationis adhuc non ita parum perturbaretur. Nam seclusa etiam parallaxi, quæ motum lunæ in orientem circa meridianum potissi-

num retardat plurimum, ipsa luna in singulis minutis circuli maximi percurrentis impendit proxime 2 minuta horaria. Quare si fixa (*in Fig. 11*) transeat per centrum C , & observetur primo quidem tempus, quo ea distat a limbo per 2 minuta, tum tempus quo distat per $1'$, tum quo immergitur, primum e binis eorum temporum intervallis erit circiter minutorum 2, secundum vero $3' 20''$ respondens nimirum non uni minuto BD , sed BE spatio minuti 1, & $40''$. Totum autem tempus occultationis erit fere 3 minutis brevius, quam id, quod diameter lunæ apparet, & ejus motus requirit.

90. Id autem discrimen, ubi fixa aliqua obliquius incidit, multo erit majus. Si enim (*in Fig. 11*) recta Ff in peripheriam Dd incidat in T , recta TI erit eo major, quo major fuerit distantia CZ perpendicularis ipsius Ff a centro C , qua data, ea facile invenietur. Nam ea data, datur in triangulo rectangulo CZT , latus TZ , & si CT occurrat circulo Ee in X , erit proxime TZ ad CT , ut TX , five DE ad TI : accuratius autem ex data CI inventa etiam ZI , habebitur TI . Sit semidiameter lunæ $16' = 960''$, $CI = 16' - 40'' = 920''$, & stella transeat in distantia $CZ = 14' = 840''$, erit $TZ = 465''$, $IZ = 375''$, adeoque $TI = 90''$. Quare chorda Ii erit brevior quam Tt per $180''$, five per $3'$, quod tempus moræ post lunam minueret 6 minutis horariis, & adhuc aucta CZ , adhuc majus esset ejusmodi decrementum.

91. Porro potest ante immersionem, & post emersionem pluribus vicibus assumi distantia fixæ a limbo conspicuo lunæ, & ipsius lunæ apparens diameter, ex quibus admodum facile determinari satis accurate potest via apparens fixæ respectu lunæ, & correctæ etiam exigua illa aberratione a rectilineo motu, quam inducit inæqualis parallaxeos mutatio, vel occultationis typo per
ejus-

ejusmodi observationes correcto, potest satis accurate determinari intervallum temporis, quo luna debet delitescere, & in eo error tot minutorum committi non potest.

92. Et quidem hic etiam admodum utile esse potest id, quod proposuimus in Dissertatione *de nova methodo adhibendi phasēs in eclipsibus lunaribus* edita anno 1744, quæ etiam Lucæ prodiit in collectione opusculorum Tom. 3. Si nimirum determinentur plures distantie Fixæ a centro lunæ, definitis distantis a limbo, & semidiametro ipsius lunæ, ac in recta quadam exprimente tempora erigantur in singulis punctis singula momenta exhibentibus rectæ perpendiculares respondentes distantis a centro, harum vertices, habito motu apparenti lunæ ei tempori debito pro rectilineo, erunt in hyperbola quadam, per cujus centrum transibit recta exprimens tempora, in qua & alter jacebit axis. Datis autem quatuor ejus hyperbolæ punctis, ea tota determinatur, & ut ibi pro initio, & fine eclipseos, sic hic pro immersione & emersione admodum facili & constructione, & calculo invenitur momentum, quo Fixa in ipso lunæ limbo apparere deberet, seclusa atmosphære actione, quæ tempora cum observatis conferri possunt.

93. Porro observatis sæpe distantis a limbo, ubi jam Fixa satis ad eum accederet, & collatis cum iis, quæ vel ex ea hyperbola, vel ex eo typo correcto eruuntur, computari etiam posset tabella illa superior correctionum pro quavis apparenti distantia, & curva (*Fig. 13*) describi, quod quidem multo accuratius, & tutius fieret, si atmosphæra esset paulo amplior, & paulo major effectus refractionis. Adhuc tamen effectus $40''$, si longiora telescopia adhibeantur, non est ita exiguus, ut micrometra eludat. Curvatura viæ GH , & punctum H , in quo Fixa immergi debet, indicium etiam atmosphære præberent, si

P. Boscovich de Lunæ Atmos.

H

dupla refractione illa horizontalis, five illa DE (Fig. 11) ponetur major. Sed ea assumpta adeo exigua: cum admodum difficulter determinetur positio puncti, in quo Fixa occultatur, & emergit, respectu viæ, quam in aliqua distantia tenuerat, minus facile ea curvatura ex observationibus erui poterit. Adhuc tamen in majore obliquitate non ita exiguum erit discrimen loci, in quo Fixa occultari deberet habita ratione directionis, cum qua accessit a loco, in quo revera occultatur. Est enim proxime ut IZ ad CZ , ita IH ad HT , donec ipse arcus TH non nimis distat a recta linea. In casu, in quo CZ fuerit $14'$, five $840''$, invenimus $IZ = 375''$, adeoque provenit $TH = 90''$, five $1'$, $30''$, quæ quantitas adhuc magis augetur in majore inclinatione.

94. Hæc quidem ad unicam pertinent Fixam a luna occultatam. At si plures Fixæ satis proximæ inter se adsint, dum occultantur, in earum distantis perturbatis, indicium itidem habebitur admodum manifestum ipsius atmosphæræ. Intervallum quidem temporis inter immersionem unius, & immersionem alterius nihil turbabitur, si ambæ jaceant in eadem illa recta Aa , vel Ff (Fig. 11). Nam utraque immergetur, ubi appulerit ad E , vel L , cum debuisset immergi in appulsu ad D , vel T . Error in utraque idem erit, & intervallum temporis idem. Si autem oblique jaceant, erit discrimen aliquod, sed admodum exiguum, nisi ince-dant perquam oblique, parum enim mutata distantia Ff ab Aa , parum itidem mutabitur intervallum TL , adeoque differentia inter binos temporis errores perquam exigua erit. Sed distantia ipsarum a se invicem mutari poterit, & plurimum quidem mutabitur, si eæ jaceant in recta transeunte per centrum lunæ, dum altera ex iis occultatur. Tum enim si altera extra circulum atmosphæræ Bb adhuc sit, altera limbo proxima appareat, earum distantia

minuetur per totam illam duplam refractionem horizontalem, five in casu Euleri per $40''$, qui accessus in exigua distantia adhuc est admodum sensibilis, & non solum micrometro deprehenditur, sed etiam oculo ipso detegi potest longioribus telescopiis instructo. Ubi autem in alia directione jacent Fixæ, facile data ea directione, & data remotione Fixæ a centro lunæ in recta per ipsum centrum transeunte, definitur accessus ad se invicem, vel viceversa dato eo accessu, & directione, in qua jacent, respectu rectæ tendentis ad centrum, facile definitur remotio a centro.

95. Atque hoc quidem pacto si habeatur ejusmodi correctio sensibilis, posset per immediatam observationem construi correctionum illarum tabella, & curva (Fig. 13), observando distantiam stellæ jam intra atmosphæram visæ, & accedentis ad limbum, a stella sita extra, quod multo accuratius præstaretur, quam per distantias a limbo comparatas cum erutis ex hyperbola, vel typo correcto juxta num. 93.

96. Quod si utraque appareat intra atmosphæram, determinabitur accessum differentia tantummodo correctionum ex refractione provenientium. Sint binæ Fixæ a se invicem distantes per $1'$, facile erit in tabellâ Euleriana invenire quantum ad se invicem accedere debeant, ubi altera ad limbum lunæ appellit, si jaceat in recta per centrum transeunte. Ubi prior apparet in limbo, jam revera citra limbum est per $40''$. Igitur altera debet distare a limbo per $20''$, sed apparebit distans magis: & quoniam distantia vera est $x - z$, quærendum est in tabella $x - z = 20''$. Invenietur autem ubi $x = 31 \frac{1}{2}$, ibi enim $z = 11 \frac{1}{2}$, adeoque $x - z = 20$. Quare posterioris Fixæ apparens distantia a limbo in appulsu prioris ad limbum erit $31'' \frac{1}{2}$, ac proinde illarum accessus ad se invicem $28 \frac{1}{2}$, qui ejusmodi est, ut oculo per longiora telescopia se statim prodere debeat sine ullo

micrometro, cum statim apparere debeat eas Fixas duplo minus a se invicem distare, quam paulo ante. At si distantia earum sit $30''$, ubi prior apparet in limbo, adeoque jacet ultra limbum, jam revera & posterior jacet citra limbum per $10''$. Debebit igitur ibi esse z majus, quam x , & $z - x = 10''$. Id invenietur in eadem tabella ubi $x = 15 \frac{1}{3}$, cum ibi sit $z = 25 \frac{1}{3}$. Quamobrem distantia apparens esset $15 \frac{1}{3}$, & accessus $14 \frac{2}{3}$, nimirum adhuc distantia fere duplo minor, & fere eadem proportio habetur in minore vera distantia, quæ si sit 10 , debebit esse $z - x = 40'' - 10'' = 30''$, quod habetur ubi $x = 6$, existente distantia apparente $6''$, quæ si esset $5''$ esset duplo minor. Generaliter autem si distantia vera sit a , in ejus formula erit $x - z = a - 40''$, vel $z - x = 40'' - a$, quod eodem reddit, adeoque $x - \frac{40}{1 + \frac{40}{x}} = a - 40$, quæ æquatio evadit $x^3 + 40xx + 400x - 400a = 0$, & generaliter exhibet distantiam apparentem x pro vera a .

97. Atque hinc quidem jam manifestus erit transitus ad ea, quæ debent accidere planetarum disco, ubi post ejusmodi atmosphæram abeant, & a luna ejusmodi atmosphæra prædita occultentur. Tempus, quod impendit totus discus, dum occultatur, ab immersione primi limbi ad immersionem postremi, si planeta directe immergatur per Bb turbari omnino non debet; si immergatur oblique, nil ad sensum turbabitur, nisi obliquitas sit summa. Idem nimirum erit, quod esset, si occultaretur ab arcu EI (Fig. 11), dum videtur occultari ab arcu DT , cum quodlibet punctum appareat in limbo circuli Dd , ubi appellit ad arcum circuli Ee , juxta num. 73. Porro Astronomis est notum hoc theorema, quod admodum facile demonstratur, in ingressu obliquo per rectam FI , quæ non ita parum immergatur in discum per Ii ,

tempus debitum occultationi planetæ produci ita, ut ob exiguitatem disci apparentis planetæ ipsius sit ad tempus, quod impenderetur in occultatione directa circa E , ut est radius ad cosinum anguli CIZ . Contra tempus, quod impenderetur in occultatione directa ad tempus, quod impenderetur in occultatione circa T ab arcu DT , erit ut cosinus anguli CTZ ad radium. Quare ex æqualitate perturbata tempus occultationis circa I ad tempus circa T erit, ut cosinus anguli CTZ ad cosinum CIZ , quæ ratio prope D est fere æqualitatis, in recessu augetur nonnihil, sed nisi Ff satis accedat ad tangentem, quo casu ipsa etiam hæc proportio correctione indiget, non ita multum excrescit. Si angulus CTZ sit femirectus, erit ut $CI = 920''$ ad $CT = 960$ ita sinus $CTZ = \sin 45^\circ = 70711$ ad sinum CIZ , qui evadit $47^\circ 33''$. Ejus cosinus est 67495 , cosinus autem 45° est pariter 70711 . Quare ille ad differentiam 3216 est, ut 21 ad 1 quam proxime. Ac proinde ibi tempus augetur $\frac{1}{21}$ sui parte, nimirum per $3''$ pro quovis minuto, quod discrimen est adhuc satis exiguum, & admodum difficulter per observationem definiri potest, cum via Ff paulo remotior a centro ita, ut cosinus anguli CTZ augeatur solum $\frac{1}{21}$ sui parte, vel diameter imminuta eandem productionem debeat gignere, & difficile sit immediata observatione determinare distantiam viæ a centro intra limites tam arctos, nisi forte ea eruatur ex mora sub disco lunæ comparata cum distantia a limbo observatis ante & post occultationem, & cum diametro lunæ observata.

98. At multo evidentius indicium haberi debet in figura planetæ. Si ejus diameter apparens sit unius minuti, vel dimidii minuti, & adhuc minor; diameter, quæ tendit ad centrum lunæ debet ita contrahi respectu diametri ipsi perpendicularis, & parallelæ limbo, ut fere dimidia ejus appareat, ac forma disci in ellip-

ticam mutetur duplo productionem in axe majori, quam in minori. Si enim (*in Fig. 15.*) DqH fit limbus lunaris, $NRPQ$ discus apparens planetæ, $R IQ$ diameter perpendicularis limbo, $NI P$ diameter parallela, $E Q M$ limbus interior determinans occultationes; puncto infimo Q tangente limbum $E Q M$, apparebit contactus disci $r n q p$ in q , quo tempore punctum R apparebit in r fere duplo propius puncto q , quam sit R puncto Q , diametro $q r$ fere dimidia diametri $Q R$ juxta num. 96; dum punctis N, P abeuntibus per rectas limbo perpendiculares in n, p , vix quidquam mutabitur diameter NP , quæ, si quid mutabitur ob divergentiam, debet potius augeri. Manebit igitur np fere duplo longior, quam $r q$, ac cum omnia peripheriæ puncta fere duplo propiora debeant esse limbo DH , quam revera sint limbo EM , patet figuram fore proxime ellipticam. Porro tanta contractio ejusmodi est, ut cæcum oporteat esse eum, qui ipsam sine ullo etiam micrometro non perspiciat.

99. Quod si e luna ejusmodi occultationem aspiceremus post terram, multo sane major ea contractio esset, ac totus discus fere in lineam quandam distenderetur. Nam in terra horizontalis refractionis est minutorum 32 saltem, ac apparens altitudo atmosphæræ terrestris satis densæ ad refringendos, ac e luna visæ longe infra minutum continetur, ut abunde demonstravimus in Dissertatione illa ipsa paulo ante memorata *de nova methodo adhibendi phasès in eclipsibus lunaribus*, ubi argumento, nobis saltem novo, eam etiam ad 10'' depressimus. Quamobrem cum ibi effectus refractionis in ipso contactu debeat esse saltem 64', & in distantia 10'' debeat esse insensibilis, in distantia 1' jam differet a 64' magis, quam pro tota apparente diametro planetæ, & proinde altero planetæ limbo, hærente limbo lunæ, alter ab ipso ne per unum quidem secundum distabit. Et hoc quidem in occultatione directâ,

(*in Fig. 12*), circa D : at in eadem altera diameter parallela limbo augebitur plurimum, & oblongabitur. Nam ubi ea accesserit ad centrum, lineæ Nn, Pp , quæ (*in Fig. 15.*) removent puncta N, P ad n, p per rectas a centro profectas, divergent plurimum, eritque np ad NP , ut distantia puncti I a centro ad distantiam puncti i , five q contingat lunarem limbum, five etiam eo sit altior. Quare si centrum planetæ a centro lunæ distiterit per unum minutum, ipsius discus præter immanem illam contractionem alterius diametri prope contactum, habebit dilatationem alterius in ratione 1 ad 16, nimirum si eadem diameter sit unius minuti, diffundetur per arcum lunæ cujus chorda æqualis radio, five per sextantem totius peripheriæ, & eodem pacto augeretur ibi distantia binarum Fixarum a se invicem distantium per 1', si ita accederent ad centrum, ut uno minuto distaret alterutra ex ipsis a centro ipso, ubi eæ ab eodem centro æque distarent. Quod si disci punctum aliquod in centrum incideret, tum vero illud punctum, ut diximus num. 77. diffunderetur per totam peripheriam $VRur$ (*Fig. 12*), reliquus autem discus jacens hinc inde ab eo puncto in omnibus directionibus appareret hinc inde ab eadem peripheria circumquaque, & annulum crassiores, ac vividiores exhiberet ibidem, qui e luna, ubi ea nobis ita demergitur in umbram terræ, ut ad umbræ axem deveniat, ac solem habeat post centrum terræ, & anplior esset, & vividissimus, unde etiam fit, ut in eclipsibus lunæ centralibus luna versus mediam eclipsim sæpe multo vividiore lumine perfundatur, nimirum circum undique detorto, & collecto.

100. Refractio etiam colores parit. Hinc nostra sidera tubis longioribus prope horizontem inspecta ex inferiori parte apparent rubea, ex superiori violacea. Id quidem ex theoria refractionum est manifestum. Nam differentia sinus incidentiæ a si-

nu refractionis est in radiis violaceis $\frac{1}{8}$ fui parte major, quam in rubeis; ac proinde cum anguli exigui sint proxime ut finus, refractionis violaceorum exigua excedit refractionem rubeorum per $\frac{1}{8}$ fui partem. Hinc id punctum lucidum, quod radiis violaceis elevatur per 28' supra altitudinem suam, rubeis elevatur per 27'. Adeoque prope horizontem ubi refractionis est circiter 32', imago ejus puncti rubea nobis apparere debet circiter per 1' humilior, quam violacea. Id intervallum potissimum ob radios intra oculum aberrantes, & fibræ percussæ tremorem ampliorem, quam ferat spatium, in quo percussio facta est, nudo oculo nequaquam discernitur. Sic & Jovis discum apparentem nequaquam distinguimus, sed imum punctum confundimus cum summo. At telescopiis majoribus, quibus terminata apparet Jovis diameter, colorum etiam separatio prope horizontem videri debet. Sic in Commentariis Academiæ Parisiensis ad annum 1715 D. De l'Isle celeberrimus ejusdem Academiæ Astronomus, dum refert observationem occultationis Jovis a luna factæ a se habitam cum D. Chardeloup Londinensi socio, narrat a luna etiam remotum Jovem horis proximum visum sibi ex inferiori parte rubeum, e superiore violaceum. Quamquam effectum eundem in ipso etiam horizonte plurimum illud minuit, quod radiorum magis refrangibilium in illo longiore tractu per atmosphæram ingens copia reflectitur ita, ut pauci ad oculum deveniant, quemadmodum paulo infra videbimus: aucta autem per paucos gradus altitudine jam refractionis ita minuitur, quod videre est in Astronomicis refractionum tabulis, ut colorum separatio sine longissimis telescopiis deprehendi non possit. Idem igitur etiam in stellis post lunam occultatis deberet deprehendi, si in ea major esset horizontalis refractionis. Si enim ea esset æqualis terrestri 32' saltem, duplus ejus effectus 64', per 2' $\frac{1}{2}$ circiter produceret imaginem Fixæ

limbo

limbo proximæ, parte ipsi limbo obversa rubeo, opposita vero violaceo colore imbuta. Sed si totus effectus refractionis sit 40'' separatio colorum minor 2'' sub sensum non caderet, nec Fixæ, & planetæ ex refractione in atmosphæra lunari facta colores ullos induerent.

101. Hisce omnibus perspectis, quæ ad occultationes pertinent factas in atmosphæra nostræ simili, pergemus ad alias relationes, quas ea habet cum fluido homogeneo globum solidum ambiente. Arcus ille Hh (Fig. 7.) illustratus a sole, & visus ab oculo A , licet ab eodem ipse sol videri omnino non possit, hic nullus haberetur. Nam (in Fig. 10.) objecta per crassitudinem atmosphære ML transpici possunt, nec solis aliquod punctum occultatur oculo A , nisi devenerit ad F , ac tum quidem usque ad punctum M , ad quod pertingit illuminatio a sole facta per radium FOM , pertingit etiam visio per radium MHA . Dichothomia quoque nihil turbatur ad sensum. Nam si concipiatur recta CK ibidem parallela rectæ MF tendenti ad solem in horizonte visum directione ME , arcus KM excedet quadrantem solum per arcum æqualem angulo FME refractioni horizontali. Nam bini anguli KCM , CMF simul sumpti æquantur binis rectis. Quare bini KCM , CME simul excedunt binos rectos per angulum EMF . Dempto igitur recto CME , reliquus KCM superat rectum per angulum EMF . Hinc si refractionis horizontalis in luna esset etiam 32' æqualis refractioni in terra, arcus ZH (in Fig. 8.) esset minorum lunarium circiter 32 & totus $HP = 47'$, qui e terra visus minueretur in ratione 215 ad 1, adeoque vix esset 13''. Licet autem HM ad 1' affurgeret, quam altitudinem in terra e luna visa intra 10'' contineri diximus, esset ut $HT = 16'$ ad $HM = 1'$, ita CT , si ve $HP = 13''$ ad ML , quæ magnitudo esset minor 1'', & multo

P. Boscovich de Lunæ Atmosph.

I

magis differentia arcuum FQ , FV , & lineola Gg penitus evanescerent. Ea autem omnia in immensum minuuntur, si illa horizontalis refraction non $32'$ statuitur, sed $40''$.

102. Imago pariter nulla ex reflexione in summa superficie haberi debet in atmosphæra nostræ simili: at alios effectus plures satis notabiles reflexio præstabit. Nam quotiescunque ita mutatur medium, ut radius refringatur, semper, ut experientia docet, pars aliqua etiam reflectitur, & pars reflexa eo est major, quo differentia mediorum major est, nimirum quo & refraction est major. Hinc in progressu cujusvis radii per atmosphæram, per quam idem radius perpetuo incurvatur, debet perpetuo aliqua ejus pars separari, & reflecti; cumque in omnibus directionibus ad diversas superficies radii adveniant, in omnibus pariter directionibus pars aliqua luminis reflectetur ab atmosphæra ipsa. Augebunt autem hanc luminis reflexi copiam vapores, si qui adsunt, ut in atmosphæra nostra cælo licet sereno adsunt semper haud ita pauci, qui rectum iter radiis abrumpant, eosque per reflexionem, & vero etiam per refractionem detorqueant in omnes plagas.

103. Hinc autem necessario consequuntur plura, quæ singula evolvemus. Primo quidem ea pars ejusmodi atmosphære, quæ a solis radiis illuminatur, debet apparere illuminata etiam ipsa magis, vel minus pro majore, vel minore copia luminis reflexi; atque id semper sed multo magis, ubi ipse sol delitescit, & immediate videri non potest. Sic nos nostram atmosphæram etiam interdiu, & cælo prorsus sereno non nigram videmus, sed ad summum cæruleam, plerumque autem subalbicantem, quæ multo magis lucida, & instar cujusdam stellæ nobis apparet, si e conclave tenebricoso foramen exiguum in fenestra factum aspiciamus, licet obversum aeri libero, non objectis terrestribus a sole illumi-

natis. Ac primo vespere, vel summo mane aer soli non nimis alte sub horizontem demerso proximus apparet lucidissimus, idque ita, ut stellarum etiam primæ magnitudinis lumen prorsus obtundat, nec eas videri finat. Quamobrem ubi sol post lunam latet in eclipsibus, videri quidem deberet ex hoc capite circa lunam, annulus quidam lunæ concentricus, & eo minus lucidus, quo a lunæ limbo recedit magis, sed videri etiam deberet perpetuo circa limbum lunæ lucidum extans atmosphæra, & aliquo perfusa lumine, quæ se hinc & inde ultra ipsa cornua protenderet, quo radii pertingunt interjacentes inter eos, qui tangunt superficiem lunæ, & eos, qui tangunt superficiem atmosphære supremam. Id quidem omnino videret, qui terram e luna prospiceret.

104. Præterea hæc eadem reflexio radiorum perfundere debet lumine illa etiam loca, quæ immediato solis radio non exponuntur. Id quidem perpetuo experimur, cum per exiguas quoque fenestras lumen atmosphære excipimus, etiam ubi solis radii directi, vel reflexi ab aliis terræ partibus per eam fenestram nequaquam subeunt. Sic in celeberrima Agrippæ mole, quam Pantheon dicimus, lumen habemus admodum clarum, etiam ubi nubes aliqua fenestram illam obumbrat, quæ sola in summo fornice atmosphære radiis ingressum præbet. Umbras autem in apertis campis, seu montium, five nubium dum aspiciamus, parum admodum obscuriores videmus reliquo camporum tractu directis solis radiis illustrato, tanta est vis radiorum luminis ab omni atmosphæra reflexi, & ipsos illustrantis campos. Id vero multo magis apparet summo mane, vel primo vespere. Ubi nimirum sol parum admodum supra horizontem elevatur, & summi tantummodo montes illuminantur a sole, cælo etiam sereno ægre admodum discernimus partem illustratam radiis directis a reliqua jam obumbrata, & quidem sæpe ne ægre quidem. Sole autem

sub horizontem depresso, adhuc per universam terræ a nobis visæ superficiem tantum luminis diffunditur, ut qui ipsum solem, vel editiorem montem illuminatum non videt, occasum solis sentire non possit, sed lumen ipsum superficiæ terrestris paulatim per quosdam gradus decreseat, & a lumine meridiano ad noctem fiat transitus per gradus quosdam continuos perdurantes sine ullo notabili saltu post ipsum solis occasum per totum crepusculum, per quod in nocturnas tenebras paulatim definitur.

105. Atque id quidem & provenit ab eo lumine, quod atmosphæra reflectit, ut diximus, & a defectu directi luminis, quod atmosphæra ipsa surripit. Nam ubi radius summo mane, vel primo vespere, sole extante supra horizontem, percurrit ingentem ipsius atmosphære tractum, ingens ejusdem radii pars detorquetur, & admodum exigua ad superficiem terræ pertingit. In minore etiam radii tractu per atmosphæram, videmus semper, quanta luminis pars intercitat, cum cœlo quoque sereno remotiora objecta oculos nostros effugiant, & summorum etiam montium vertices, sine nulla concretionem nubium, aut nebulae, solis vaporibus interjectis delitecant. Fixas, & planetas in ipso exortu, vel occasu sæpe videre non possumus sine ullis nubibus, & quidem minores Fixas prope horizontem videmus nullas. Solem vero sereno etiam cœlo orientem, vel occidentem nudo oculo sæpe impune intuemur, quem in meridie sine gravidamno videre non possumus. Hinc nimirum illa luminis diurni major etiam cum nocturnis tenebris per crepusculum intermedium quædam veluti non interrupta continuatio.

106. Idem igitur & in luna si nostræ similem atmosphæram haberet intueremur. Nimirum umbræ montium lunarium potissimum prope margines incertæ deberent esse, & multo perfusæ lumine, ac parum admodum a partium directo radio

illustratarum luce discreparent. Partes illæ, quæ soli directæ subjacent, multo clariores deberent esse, quam quæ versus margines hemisphærii illustrati jacent in ipso limite inter umbram & lucem, quem limitem nos intra lunæ discum intuemur ellipticum; idem vero limes admodum incertus deberet esse, & confusus, transitu quodam a luce clara ad obscuras tenebras non abrupto; sed per pallorem intermedium quodammodo veluti continuato, ab intervallum continuationis ipsius eo longius deberet esse, quo altior atmosphæra crepusculum magis produceret. Ubi autem utrumque simul accideret, ut partes quædam essent & in limite illuminationis, & prope margines disci a nobis visi, ibi maxime confusæ deberent apparere superficiæ lunaris partes, magna intercepta vi luminis tum eo destinati ante appulsum, tum inde remissi post reflexionem, ex quibus binis capitibus eæ partes, deberent obscuriores apparere, sed luminis vim suppletibus radiis ab atmosphæra ipsa ad oculos nostros detortis, nasceretur confusio illa, & earum transpectus, ut remotissimarum regionum ex editissimo monte prospectarum hic apud nos, velut trans nebulam. Ac id quidem circa disci marginem contingeret circumquaque prope plenilunia, & in quavis phasi circa cornua, quæ marginis confusio cum illo solius atmosphære extantis lumine pariter veluti continuaretur, & sensim evanesceret. Ubi vero stellæ fixæ, ac planetæ post lunam immerguntur, deberet apparere maximum discrimen in lumine partis proximæ limbo lunæ a lumine remotioris. Ac in solis defectibus lunæ margo deberet apparere incertus, & lumen solis admodum diversum in ea distantia a limbo lunæ, in qua atmosphæram effugeret, ab ea, in qua intra ipsam demersus appareret.

107. Et quidem ex hujusmodi causa cometas, quorum atmosphære altissimæ sunt, confusos admodum videmus circa mar-

gines, eorumque nucleum ut caligine quadam perpetua involutum aspiciamus, ac in iis phases nullas observamus, non quod, ut nonnulli suspicantur, pellucidi ex parte sint ipsi nuclei, sed quod tam immanis atmosphæra vividissimum, ac perpetuum ubique crepusculum pariat, nullo sensibili discrimine inter noctem, & diem in ipsa nuclei superficie, ac multo minore respectu oculi longe positi, cui lumen ab ipsa atmosphæra reflexum cum nuclei lumine conjunctum discrimen minuit multo etiam magis; quæ quidem causa & existit, & reliquis naturæ phænomenis prorsus consentit. Planetarum humiliores atmosphære minorem effectum parere debent: at si quis Tellurem nostram e luna prospiceret, profecto dilutas admodum videret, vel etiam omnino discernere nequaquam posset vallium, & montium umbras, confusum videret, ac incertum limitem inter umbram nocturnam, ac diurnum lumen, marginem disci videret admodum confusum, & cum atmosphære extantis lumine fere continuatum. Idem & in Mercurii, ac Veneris phasibus, & in Martis gibba observaremus, nisi ea esset eorum distantia, ut totus ille crepuscularis tractus, ac atmosphære extantis supra limbum procursus, plus æquo contractus minus quam per unicum minutum secundum protenderetur. Tanta vero difficultas in maculis detegendis tam in iis, quam in Jove, & Saturno, quarum nullæ in aliis huc usque deprehensæ sunt, in aliis deprehenduntur quidem, sed plerumque variabiles, adeoque in ipsa atmosphæra fortasse nubium more innatantes, & circa medium discum facillime, cum iis, quæ dicta sunt prorsus consentiunt.

108. Demum reflexio illa luminis ab atmosphære particulis facta alium etiam effectum parit, qui ad Fixarum stellarum, planetarumque occultationem post lunam pertinet. In progressu radii per atmosphæram semper major pars violacei luminis, ac reli-

quorum magis refrangibilium reflectitur, quam rubei, & reliquorum refrangibilium minus. Notissima est luminis proprietas a Newtono detecta, qua radius dum in medio homogeneo progreditur, perpetuo per æqualia spatiorum intervalla binas oppositas dispositiones mutat, cum quarum altera si deveniat ad superficiem facilius transmittitur, cum altera facilius reflectitur, quas ille appellavit vices facilioris transmissus, & facilioris reflexionis; ac demonstravit, vicium ipsarum intervalla in radiis magis refrangibilibus minora esse, ac pariter minora, ubi idem radius id medium subiit propior rectæ perpendiculari ad superficiem ejusdem medii. Quoniam igitur particula luminis, quæ vaporis globum ingressa est, ut reflecti possit in superficie ulteriore, in vice facilioris reflexionis esse debet; qui globulus ejusmodi habet diametrum, ut æquetur unico intervallo inter binas dispositiones oppositas radii violacei, is quidem reflectet radios violaceos per diametrum ingressos, & radios rubeos nullos prorsus reflectet. Nam nec ii, qui per diametrum tendent, nec ii, qui oblique subibunt, vicem mutare poterunt, cum ipsorum ingredientium ad perpendicularum ejusmodi intervallum sit diametro illa longius, & multo magis intervalla eorundem ingredientium oblique, quæ longiora adhuc sunt, longiora erunt chordis diametro ipsa minoribus. Perstabunt igitur omnes in vice facilioris transmissus, nec reflectentur. Contra vero qui globulus rubei radii per diametrum permeantis vicem semel mutat, mutabit is quidem ibi fere bis vicem violaceorum, quorum plurimos transmitti finet, ut in minoribus chordis plurimum itidem violaceorum vicem mutabit semel tantummodo, & eos reflectet. Unde fit, ut quicunque vapores rubeis reflectendis radiis sunt pares, etiam violaceos possint reflectere, multi vero violaceos quidem reflectant plures, rubeos autem omnes transmittant.

109. Inde illud consequitur, quod quotidiana experientia comprobatur, ubi lumen ingentem atmosphæræ tractum percurrat, multo plures violaceos radios reflecti, quam rubeos. Hinc nimirum, ut Newtonus ipse notavit, cæruleus est nobis sereni cœli color: hinc solis radius interdiu, dum non ita ingentem atmosphæræ tractum percurrit, non quidem ingenti, sed tamen aliqua violaceorum radiorum parte deposita, aureus apparet, eoque magis, quo pluribus cœlum vaporibus obruitur: at primo mane, vel summo vespere ante exortum solis, vel post occasum, ubi solis radii longissimam viam ab ingressu in atmosphæram ad terræ contactum percurrunt, & alium itidem satis longum ab eo contactu ad nubes ex adverbo positas, nubes ipsæ rubescunt, multo majore violaceorum, antequam eo radius deveniat, quam rubeorum reflexa copia, qui rubor cœlo admodum vaporoso quandoque habetur summus, sole etiam supra horizontem elevato nonnihil, & solem ipsum, ut etiam lunam, ac reliquos planetas, imo etiam Fixas directe intuentibus imbuunt. Ac eadem sane præcipua ratio est coloris plerumque rubei lunæ in totalibus eclipsibus illustratæ radiis duplum per atmosphæram terrestrem confidentibus iter ab ingressu ad contactum, & a contactu ad egressum.

110. Accedit autem & altera ruboris per atmosphæram contracti causa, quæ & lunæ in eclipsibus illustratæ ruborem auget. Ex omnibus nimirum radiis, qui in atmosphæram supra globum opacum extantem ad latera incidunt, violacei refringuntur magis, quam rubei. Quare cum is, qui summam atmosphæram perradit, rectus abeat, is, qui nucleum contingit, maxime omnium refringatur, & inter eos reliqui omnes post refractionem interjaceant; per majus spatium diffunduntur violacei omnes, quam rubei, ac proinde rubei, densiores nimirum, præ-

prævalere debent in toto refracto lumine, & objecta perfusa iis radiis ruborem aliquem contrahent.

111. Hinc igitur & stellæ fixæ, ac planetæ paulo ante, quam immergantur in lunam, & postquam ex ipsa emerferint, rubore aliquo perfundi debent, si luna atmosphæram habet, quam radii, dum ad oculum deferuntur, percurrant.

112. Hæc quidem ad reflexionem radiorum pertinentia deduximus. Illud est reliquum, ut notemus, in atmosphæra nostræ simili & nubes oriri debere, ac pluvias, & nives. Porro nubes ipsæ debent plurimum sane immutare apparentem nuclei superficiem, & macularum situm. Omnino enim patet, telluris faciem spectanti e luna longe aliter apparere debere sereno cœlo, quam nubibus obruto. Sæpe enim per plura etiam milliariorum millia, ut per universam simul Europam, cœlum omne densissimis obruitur nubibus, quod alias ubique serenum est. Eo casu, quo nubibus occupatur is tractus, debet apparere uniformis, vel saltem longe alterius formæ ab ea, qua cernitur, ubi per aerem serenum transpiciuntur hinc maria, inde campi vallesque, & montes editi, ac totum superficiæ discrimen illud constans, quod solis radios inæqualiter excipit, ac reflectit. Pariter ubi per hyemem universa zona frigida, & magna temperatæ pars nivibus candet, longe majorem sane vim luminis debet reflectere, quam ubi per æstatem virore quodam obscuro horrent sylvæ, & vallium anfractus, ac rupes obscuriorum montium, & ipsi campi nigrescunt.

113. Huc usque contemplati sumus, quid secum trahat sive fluidum homogeneous, sive atmosphæra nostræ similis lunæ circumfusa. Nunc vero id ipsum cum phænomenis jam conferendum, ut innotescat, num revera ullum circa lunam habeatur fluidum, & si quod habetur, cujusmodi id demum sit. In primis autem, ut ordiamur a superficie globi lunæ opaci, nos arbi-

tramur esse admodum verosimile, globo ipsi circumquaque affusum esse fluidum quoddam nostris potius aquis simile, quam aeri, homogeneum, certa superficie terminatum, & multo magis pellucidum quam ipsa maria hic apud nos, quod inæqualitates, & montes lunaris nuclei excedat vel omnes, ut potius arbitramur, vel fere omnes. En autem quid in eam nos sententiam adducat.

114. In primis lunam per telescopia intuentibus nondum plenam, semper in limite illuminationis apparet ingens quædam inæqualitas, perpetuis flexibus, & cavitatibus sinuata, atque etiam plurimis in locis abruptitur limes ipse ita, ut quandoque apices illuminati intra obscuram partem immerfi appareant etiam per $\frac{1}{16}$ lunaris diametri, sive per 2 minuta circuli maximi, ut Ricciolius testatur Almagesti lib. 4. cap. 8. Et ea quidem inæqualitas habetur ubique in tota facie lunæ nobis obversa, quam a novilunio ad plenilunium totam percurrit limes ille inter partem illustratam & obscuram, præter exiguos tractus macularum illarum ampliorum, quæ astronomi appellant maria, & in quibus adhuc ubique inæqualitates conspiciuntur. Extenditur autem inæqualitas ipsa usque ad extremum marginem limitis illius, sive usque ad ipsa cornua, & nos quidem hujus ipsius mensis Julii anni 1735, quo scribimus, die 3, cum adhuc cornua essent admodum acuta, & in ipso crepusculo tota etiam obscura lunæ facies satis distincta appareret secundario lumine, vidimus telescopio palmorum 20 admodum egregio, cujus objectivum vitrum ab ipso Hugenio perfectum, ac perpolitum fuit, & plurimis aliis ostendimus prope australe cornu apicem illustratum satis vividum, non ita exiguo intervallo disjunctum a reliquo disci illuminati margine, cum quo vix, aut ne vix quidem dubio quodam lucis veluti filo tenuissimo connectebatur, atque erat in ipso margine disci a nobis visi. Semper autem alias prope cornua ipsa inæqualita-

tes satis magnas lucis, & umbræ vidimus pariter usque ad marginem postremum disci prope limitem illuminationis, & in ipso margine lunæ limbum ibidem veluti dentatum, sæpe vero apices in ipso margine disci penitus, vel fere penitus disjunctos ab ipso illuminato arcu, seu ab ipso angulo, vel cornu. Ex alia parte nunquam nobis contigit, ut longioribus etiam telescopiis ullam ejusmodi inæqualitatem notare possemus circa medium arcum limbi disci illuminati, & in partibus ab extremo cornu remotioribus, quo solis radii minus oblique deferuntur, & umbras sensibiles non projiciunt, ac potissimum paulo ante primam quadraturam, & deinde post ipsam, vel post plenilunium usque ad alteram quadraturam, & aliquanto post ipsam, semper totus limbus disci in majore a cornibus distantia terminatissimus nobis apparuit, ac æqualissimus. Quin immo quoniam cornuum locus perpetuo fere mutatur; in iis ipsis locis, in quibus, cum erant alteri cornu proxima, apparebant inæqualitates, nulla, cum ab iis remotiores sunt, æqualitas jam apparuit. Pariter cum jam toties solares eclipses observaverimus, nunquam nobis in id quidem intentis contigit, ut ullam in lunæ limbo inæqualitatem videremus, aut asperitatem ullam stabilem, ac permanentem. Nam undas quandoque in solari potissimum imagine vidimus, ut etiam in ipso sole directe spectato, quas tamen diligentius contemplati invenimus semper pendentes ab atmosphæræ terrestris tremore; erant enim & variabiles, & inconstantes, ac iis simillimæ, quæ habebantur pariter in limbo solis a luna remoto, ob aeris nostri tremorem nonnihil agitati.

115. Nec id nobis tantummodo contigit. Jam ab ipso telescopiorum exordio idem Galilæus notavit, ac in Nuncio sidero protulit. Affirmat enim, in crescenti luna extremam circumferentiam, quæ occasum versus spectat, in decrescenti vero alteram circumferentiam orientalem, ac in plenilunio totam peri-

pheriam non inæqualem, asperam, & sinuosam, verum exacte rotundam, & circumatam, nullisque tumoribus, aut cavitatibus obnoxiam conspici. At Monnierius in historia cœlesti refert observationem solaris eclipsis Parisiis habitam ab Hugenio, & Robervallio anno 1666. In ea notatur, lunæ marginem fuisse semper exacte rotundum, quin ulla oriri posset suspicio licet minima aut inæqualitatis, aut atmosphæræ apparentis.

116. Sed multo etiam nos movet magis silentium fere generale de inæqualitatibus lunaris limbi in tanta Astronomicarum observationum copia, quæ ubique occurrit. Quam multæ ubique prostant solis, ac lunæ eclipses, fixarum stellarum immersiones, ac emersiones diligentissime & observatæ, & descriptæ; quarum nos quidem hac occasione quam plurimas & in publicis Academiae actis, & in privatis Astronomorum monumentis prostantes consulimus, in quibus nulla mentio de asperitate observata in limbo lunæ. In iis autem omnibus diligentissime observari debuit limbus, & ejusmodi phænomenum, si quod extitisset, haud quidem effugisset oculos Astronomorum, nec si observatum fuisset, silentio quisquam præterisset. Id autem potissimum notari debuisset aliquando in immersione planetarum in obscurum lunæ limbum, vel emersione, quæ nimirum longioribus telescopiis observari solent, totum planetæ discum exhibentibus, ubi si quis apex lunaris limbi incurrisset uspiam in discum planetæ occultati ex parte, is oculos in tam exiguo illo spatio non effugisset.

117. At nobis quidem nihil uspiam occurrit in planetarum immersionibus, ac emersionibus huc pertinens in tam multis, quas legimus diligentissime observatas. In limbo autem lunæ extra hosce casus, ut in eclipsibus solis, & lunæ tam exiguus asperitatum observatarum numerus sese obtulit, ut ipsa earum paucitas in nostra nos sententia mirum in modum confirmet. Ricciolius

Almagesti lib. 4. cap. 8. affirmat in pleniluniis quidem, in quibus luna insignem latitudinem obtinet limbum ejus eximio telescopia spectatum apparere asperatum & scabrum, seu in modum ferræ denticulatum. Id autem ait contingere boreali limbo, si latitudo lunæ sit Australis, Austrino, si Borealis. Extra plenilunia vero limbum lunæ orientalem, & occidentalem raro quidem, sed aliquando optimis telescopiis inspectum videri asperum, & inæqualem. Idem Evelium quoque, & Keplerum notasse affirmat, contrarium vero Galilæum. Idem autem Ricciolius & rationem assignat raræ illius asperitatis extra plenilunia, addens id contingere *ob partes in illis protuberantes*, quam paulo infra aliunde repetendam esse ostendemus.

118. In plenilunio quidem videri sæpe inæqualitates in limbo lunæ telescopiis 7, vel 8 pedum, & cuspides quasdam, affirmat etiam Maraldus, ubi in Commentariis Acad. Parisiensis ad annum 1724 eclipsim lunæ anni ejusdem a se observatam refert, ac Cassinus De Thury, qui eandem ibidem observabat eclipsim, unam ex iis recenset exhibentem triangulum æquilaterum, quam ultra tres leucas elevari censuit.

119. In eclipsibus quoque solis aliquando quidem, sed rarissime occurrit ejusmodi inæqualitatum mentio. In Actis Lipsiensibus ad annum 1706 refertur observatio totalis solaris eclipseos 6 Maji habita Wratislaviæ a P. Christophoro Heinrichio, qui refert apparuisse inæqualitatem superficiæ lunaris, sed præcipue sub initium luminis apparuisse montes, & valles lunares intermicantibus solis particulis. Hirijs vero in observatione ejusdem solaris deliquii in Commentariis Acad. Parisiensis ad eundem annum 1706, affirmat sub finem eclipsis apparuisse in limbo lunæ binas exiguas undas, vel eminentias. Dominicus Cassinus in alia observatorii parte testatur, se in fine ejusdem eclipseos vidisse limbum inæ-

qualem, & asperum cuspidibus, quarum una reliquis major remanserit in sole diutius, quam reliquus limbus. Hirius pariter ad annum 1710 affirmat in observatione eclipsis ejus anni, locum, in quo luna solem relinquebat, observatum esse nonnihil inaequalem, quod alias etiam notatum fit, ac ad annum 1715 sub finem eclipseos limbum lunæ visum inaequalem.

120. At quod ad inæqualitates pertinet observatas in pleniluniis, cum eæ juxta Ricciolanam observationem pendeant a positione lunæ ad solem, pendent enim a positione ad eclipticam, umbris potius tribuendæ sunt cuspidum non in extrema superficie extantium, sed fluido quodam demersarum, ut paulo infra ostendimus, quibus & reliquas in luna clara observatas tribui posse constabit. Quod vero pertinet ad inæqualitates observatas in obscuro lunæ limbo infra solem, patebit pariter paulo infra, quo pacto in nostra sententia explicari possint. Sed interea notamus illud: in primis illum ipsum lunæ limbum fuisse in sole in Wratislaviensi observatione post initium luminis, in Parisiensibus ante finem eclipseos. Nam eclipsis anni 1706 Wratislaviæ totalis fuit, & Parisiis anni 1706, ac 1725 fere totalis, & tamen illæ inæqualitates Wratislaviæ sub initium, Parisiis sub finem tantummodo conspectæ sunt. Deinde in eadem illa eclipsi anni 1706 Cassinus vidit limbum inaequalem, plures cuspides, & unam reliquis majorem, Hirius binas tantum undas, vel eminentias, & eorum filii coram Rege, ac universa aula nihil ejusmodi sibi visum narrant. Anno vero 1515 Hirius in observatorio ejusmodi inæqualitates vidit, eandem eclipsim in exigua distantia Cassinus coram universa aula observans, eandem in locis proximis Isleus, eandem Maraldus, qui singuli suas observationes referunt nihil ejusmodi a se compertum, observatumque prodiderunt, licet telescopiis æque bonis, & vel ejusdem, vel majoris etiam longitudinis sint usi.

121. Erunt fortasse alibi aliquæ ejusmodi inæqualitatum observationes nobis incognitæ: at nos hoc pacto ratiocinamur. Quotiescunque intuemur lunam non plenam, semper universum limitem illuminationis videmus penitus scabrum, & umbras usque ad extrema cornua limitem ipsum interrumpentes, librationis autem vi partes eæ tam inæquales, quæ intra discum fuerant, in limbum abeunt. Limbus igitur ipse lunaris globi a nobis visus & ipse totus est asper, & tamen in tanta observationum multitudine nunquam inæqualis apparuit, ac in perquam exiguo numero observationum in certis tantummodo circumstantiis, in quibus, ut videbimus, ea ipsa apparentia alteri causæ facile tribuitur, aliqua inæqualitas visa est, quæ ibidem etiam ante, vel post videri debuisset.

122. Accedit illud, quod est maxime considerandum: in tam multis observationibus occultationum Fixarum utcunque oblique subeuntium lunæ limbum, numquam occurrit observatio ejusmodi, in qua paulo post immersionem emerferit Fixa, & iterum immerfa sit. Id autem omnino contigisset, nec ita raro, si in extremo disci nobis apparentis limbo adessent hiatus aliqui, per quos pateret transpectus. Tractus illi, qui intra partem lunæ obscuram in aliqua distantia a parte illuminata apparent intra lunæ discum, lumen recipiunt trans hiatum, & inter cuspides citeriores. Idem omnino & in occultatione stellarum contingeret, nec ita raro, ubi satis obliquæ subeunt, & tamen nunquam nobis ejusmodi observatio occurrit, quæ potissimum, ubi tanta Plejadum multitudo occultatur, occurrere omnino debuisset.

123. Hæc difficultas & Galilæum permovit jam tum in ipso lunarium inæqualitatum detectarum exordio, qui in Nuncio si-

dereo binas ejusmodi difficultatis solutiones proponit, alteram petitam ex eo, quod varii montium ordines circa marginem alii post alios positi se mutuo impedian, & obtegant; alterum ex eo, quod atmosphæra lunæ circa marginem non permittat transpectum extremarum partium, eo quod radius, qui marginem contingit, quem quidem radium in suo schemate rectum efformat, ut esset (*in Fig. 6*) *VBA* nimis longum iter *VB* per atmosphæram percurrat.

124. Verum neutra Galilæi solutio satisfacit. Nam si diversi ordines montium ita se impedirent, ut levem, & æqualem exhiberent limbum, idem æqualem etiam exhiberent limitem illuminationis, vel non ita irregulariter inæqualem, ut perpetuo videremus cum sæpe exiguis solitariarum cuspidum, vel etiam longiorum tractuum numerus nullo certo ordine dispositorum, intra umbram in satis magna distantia a parte illustrata distet, & hiatus plurimi appareant, per quos radii longe excurrant ultra ipsum limitem illuminationis. Si enim nobis in margine limbi transpectus pateret nullus trans hiatus, nec extaret ulla cuspis, ne ibi quidem solis radiis tangentibus pateret transitus ad remotiores partes trans hiatus, nec extarent cuspidæ, quæ multo ante quam humiliores partes illustrarentur a sole. Si autem atmosphæra adesset, quæ extremum nobis disci limbum occultaret, limbus ipse palleret plurimum, & sensim defineret in umbram, ac limes illuminationis quoque confusus esset: utrumque autem distinctissime videmus, eodemque perfusum lumine, quo medium discum. Sed quod rem omnem conficit, non videremus umbras & cuspidæ illustratas usque ad extremum limbi marginem prope cornua, ut videmus semper circa novilunia potissimum.

125. Novimus sane inæqualitates in limbo multo minores esse debere, quam sint inæqualitates umbræ in limite illuminationis, radiis obliquis longius pertinentibus, sive umbram projiciant, sive cuspidæ illustrent. At adhuc ejus magnitudinis esse debent, ut per telescopia observari omnino possint, si extent. Nam montes & Ricciolius ad novem etiam passuum millia evehi demonstravit, & illam suam cuspidem Cassinus de Thury ultra tres leucas eduxit. Porro ejusmodi altitudo ad 10 secunda circiter pertingit, quæ longioribus telescopiis videri omnino debent, & in fixarum stellarum immersionibus, ac emersionibus obliquis, idem illud contingeret, quod in radiis solis lunæ globum fringentibus, ut per hiatus iis pateret transpectus, & immersio, vel emersio duplex haberetur.

126. His omnibus bene perspectis, videtur nobis res aliter explicari non posse, nisi, si lunam ambiat fluidum quoddam admodum pellucidum, in cujus superficie levissima, appareant nobis umbrarum, & cuspidum illustratarum inæqualitates omnes infra ipsum demersæ, tanquam in levissima quadam depictæ tabula per refractionem, limbus autem ipse fluidi a nobis visus sit levissimus, juxta ea, quæ num. 36. fuse demonstravimus. Inæqualitates omnes ibi, ut ostendimus, videbuntur admodum distinctæ usque ad extremum marginem, & tamen margo ipse, transpectu impedito, erit prorsus æqualis, & levis; stellæ vero fixæ, & planetæ ab ipso fluido occultabuntur, adeoque post immersionem, vel ante emersionem apparere non poterunt trans hiatus.

127. Fluidum hujusmodi circumfufum arbitramur potius, quam solidum, quia solidorum omnium superficies, ut hic apud nos montium, & vallium, sunt asperæ, nec nisi multa arte adhibita levigantur solida, quamobrem illud nobis improbabile omnino videtur, tantam solidi orbis molem, ubique levem esse, &

P. Boscovich de Lunæ Atmosf. L

æqualem. Fluidum autem, si nulla præterea sit sensibilis atmosphaera supra ipsum, ut infra statuemus, nullis agitatum ventis, superficiem habebit levem, & æquissimam, ac idem, & viventium genera permittet plurima intra ipsum in superficie solidi globi se liberrime moventium quaquaversus. Homogeneum autem potius arbitramur, ob nostrorum marium analogiam, & simplicitatem naturæ. Si enim heterogeneousum esset, sed certa superficie terminatum, & ibi satis densius circumfuso æthere eundem adhuc effectum præstaret. / Homogeneitas autem & perspicuitati favet; cum in mutatione mediorum semper aliqua reflexio habeatur.

128. Porro si id fluidum omnes penitus editissimorum lunæ montium vertices transcendat, nullus unquam verus hiatus, nulla cuspis vera habebitur in limbo disci apparentis; si autem aliquæ tantummodo perquam exiguo numero extarent cuspides alicubi, eæ exiguo illi inæqualitatum observatarum numero satisfacerent. At id quidem nobis omnino persuasum non est. Nam Cassinianus ille mons potissimum in limbo Tychoni proximo, jacet in Australi disci parte, quam stellæ sæpe oblique subeunt, quæ in ipsum aliquando incurriscent, quod & de aliis inæqualitatibus plurimis dicendum est.

129. Censemur igitur ejusmodi inæqualitates, quæ in lunæ illustratæ limbo sunt-observatæ, oriri ex umbris asperitatum nuclei depictis in superficie levi fluidi ipsius, juxta ea, quæ num. 36. exposuimus. Umbra ejusmodi videri a nobis possunt, quotiescunque sol iis locis verticaliter non imminet ita, ut umbras pariat nullas, & quotiescunque sol ipse, oculus noster, & asperitas illa non sunt in eadem recta linea. Hoc secundum ubi non accidit, umbra respectu rectæ ad oculum tendentis oblique projicitur, & ad latus montis saltem a nobis videri potest. Nunquam autem id ipsum penitus accidit. Ubi enim sol, terra, ac luna prorsus in di-

rectum jacent, habetur eclipsis lunæ. Semper igitur oblique respectu nostri oculi montes illustrantur. Ea obliquitas multo est major in pleniluniis, in quibus luna insignem obtinet latitudinem, quo casu plures etiam gradus superficiei a sole non illustratæ, nobis apparent ex altero tantum latere, Boreali in uno casu, Australi in altero; unde fit, ut in ejusmodi casibus fere semper asperitates se nobis objiciant juxta Ricciolianam observationem. Ubi autem sol verticaliter imminet, umbræ, quæ nullæ sunt, nullæ itidem in suprema superficie fluidi videri possunt, quo vero obliquior est illuminatio, eo longiores sunt umbræ ipsæ. Quamobrem ibi potissimum videri debent, ubi limbus disci a nobis visi proximus est limiti illuminationis per radios tangentes factæ, quod quidem semper accidit prope cornua, semper circumquaque in pleniluniis, vel prope ipsa, ac idcirco ibi potissimum observantur asperitates. Et quidem Cassiniana etiam illa cuspis apparuit in ipso plenilunio, nimirum ubi limbus disci limiti illuminationis erat quam proximus. Prope autem ipsa plenilunia, etiam in Occidentali, & Orientali limbo & longiores sunt umbræ, & hinc inde a medio arcu oblique jacent respectu oculi nostri. Quare si aliquando longior quædam umbra satis oblique jaceat, & in ipso limbo sit, quæ combinatio est aliquanto rarior, videri poterit in ipso limbo Occidentali, vel Orientali, ubi hiatus aliquis, vel inter binas umbras cuspis apparebit.

130. Inæqualitates vero visæ in lunæ disco obscuro intra solem tanto rariores, arbitramur sane, tribuendas esse agitationi potius atmosphaeræ nostræ, quæ parum abfuit, quin aliquando nobis etiam imposuerit, qui re diligentius perspecta errorem deprehendimus. Et quidem Wratislavienses illos hiatus tam multa ei causæ jure tribuere possumus. In reliquis autem observationibus, quas produximus: huc illud revocandum, quod num. 120. nota-

vimus. In eclipsi anni 1706 sub finem Dominicus quidem Cassinus affirmat, marginem fuisse inæqualem, & habuisse cuspides acutas, unam potissimum reliquis majorem, quæ remansit in sole egressa luna: Hirijs vero affirmat sibi in alia observatorii parte observanti visas in limbo lunæ binas exiguas undas, vel eminentias. Cassinus, & Hirijs filii coram Rege in loco remotiore nihil ejusmodi viderunt. Unde hoc discrimen, & inter se, & a Wratislaviensi observatione, nisi inæqualitas illa a nostra atmosphæra producta est? Pariter anno 1715 Hirijs solus vidit inæqualitates ejusmodi, ceteri Astronomi, qui plures recensentur in Commentariis ejusdem anni, nihil viderunt. Cur etiam ante finem eclipseos in eadem illa limbi parte visæ inæqualitates ipsæ non sunt?

131. Quod si quis adhuc velit, omnino standum esse auctoritati tantorum Astronomorum, poterit is rarum phænomenum tribuere potius alicui subitanæ mutationi in ipsa solis atmosphæra factæ; poterit etiam in nostra sententia repetere phænomenum ab illo arcu *Hh* (Fig. 7), in quo & annulum in totalibus solis eclipsibus videri debere diximus, de quo annulo jam agemus iterum, qui quidem arcus videtur illustratus ab oculo *A*. Quin immo magna solis parte extante in fine eclipseos supra rectam *bo*, illuminantur etiam partes citra *H*. Fieri potuit, ut partes aliquæ ejus arcus *Hh* leviores, & ob scabritiem curvæ satis luminis per *Bb* ad oculum *A* detorserint, ut etiam in ipsa solaris luminis præsentia videri possent, & umbris permixtæ inæqualitatem aliquam exhiberint.

132. Hoc pacto theoria nostra admodum egregie satisfacit phænomenis omnibus, quæ circa lunares maculas, & inæqualitates observantur. Accedit autem & annulus ille, qui in eclipsibus solis observatur, qui quidem aliqua ex parte arcui illi ipsi *Hh* tribui

potest, qua nimirum lunæ limbo est proximus, reliquo ampliore annuli tractu attributo atmosphærae solari.

133. Annulum quemdam in eclipsibus solis totalibus videri circa lunam obscuram norunt jam omnes Astronomi. Keplerus ejusmodi annuli meminit Neapoli observati jam ab anno 1605. In eclipsi totali anni 1706 visus est Wratislaviæ P. Christophoro Heinrichio in observatione jam toties memorata circulus dubiæ lucis circa lunam Halonis instar, eodemque anno Wolfio Lipsiæ, licet totalis eclipsis non esset, sed superesset triens digiti e solis disco: adhuc tamen, circa totam lunam visus est annulus tenuis, pallidior lumine solis extante ultra ipsum. Pariter eodem anno in totali eclipsi visus est Tiguri Scleuzero tanquam aureus annulus, totali obscuritate per 4 minuta perdurante: Narbonæ Abbas Pech vidit annulum ipsum tanquam lucidum filum binis distinctum circulis concentricis pallidis: aliis Massiliæ, ut patet ex Historia, & Commentariis Acad. Parisiensis ejusdem anni, visus est unius digiti, ut aliis Montepessulano vividior quidem per unum digitum, sed languidior per 8 gradus conspectus est; Marfilio autem ut quædam densa radiorum corona Tarracone apparuit. Anno vero 1615 Equiti Louvilleo, ac Halleyo Londini est visus annulus, quorum observatio habetur in Commentariis Parisiensibus ad eundem annum, & latitudinem habere videbatur unius digiti, ac lunæ concentricus esse, sed interruptus, & radiis etiam ex eo prodeuntibus iis similibus, quibus Divorum imagines, quos Beatos dicimus, cingi solent. Ejusmodi autem radios etiam Cassinus Parisiis observavit eodem anno tanquam e sole erumpentes, licet eclipsis vix 11 digitos superaret. Addit Louvilleus, visos sibi quosdam radios etiam intra obscurum lunæ limbum irrumpentes, quos alibi affirmat etiam in medio lunæ disco visos, sibi autem tantummodo prope limbum, quos ipse fulgura fuisse putat in obscura lunæ facie

corruscantia. Observatio tamen Londinensis trans nebulam est facta, & caliginem Londini fere perpetuam. In eclipsi pariter anni 1724, quam & Parisiis totalem viderunt, annulus a Maraldo coram Rege conspectus, ut habetur in ejusdem Academiae Commentariis, videbatur ipsi trans nebulam initio quidem amplior ex parte Orientali, ut ex parte Occidentali sub finem, adeoque soli potius quam lunæ concentricus. Idem autem Islæo Parisiis lunæ concentricus videbatur, Cassino vero versus occidentem ipsum lumen multo longius diffundebatur.

134. Hæc satis videntur nobis ad ideam quamdam ejusmodi observationum efformandam. Porro ejus causam jam olim Keplerus tum a solis, tum a lunæ atmosphæra desumendam censuit. Ricciolius *Almagesti* lib. 4. cap. 6. arbitratus est fieri posse, ut sole illustrante plusquam hemisphærium lunare, nos partem videremus illustratam solis centro averfam, in quo is quidem erravit omnino, cum sine nostro illo fluido, si qua lunæ pars a sole illustrata nostris oculis sit conspicua, debeat etiam solis punctum illustrans videri, adeoque eclipsi totalis non erit. Ubi vero circulus finiens hemisphærium conspicuum nobis sit minor circulo finiente solis illuminationem, in atmosphæram lunæ rejicit causam, quamquam deinde in eo etiam erret maxime, quod putet, quotiescunque annulus videatur, non totalem eclipsim esse. Louvilleus autem loco adducto atmosphære pariter lunari tribuit annulum ipsum, quem Isleus repetit ab eadem causa, ob quam circa circulos opacos annuli apparent illi ex diffractione orti, de quibus supra diximus num. 8., quorum etiam lumen, testatur ipse in *Commentariis Acad. Paris.* ad annum 1715, ipsi Louvilleo visum simile illi, quod Londini viderat. Hirijs autem ad eundem annum 1715 exposito soli globo aspero lapideo ita, ut totum solem ipsum obtegeret, cum vidisset lumen in ejus limbo, id attribuit

radiis per asperitates reflexis ex hemisphærio illuminato in obscurum.

135. At in primis, ne totus saltem ejusmodi annulus tribuatur atmosphære solari, illud vetat, quod observatus sit sæpe concentricus lunæ, ubi etiam in initio, vel in fine totalis obscuritatis solis centrum a centro lunæ satis distat. Et quidem in eo lumine, quod in illa observatione Montispeffulani ad 8 gradus extendebatur anno 1666, & in Cassiniana coram Rege habita anno 1715 ad plures pariter gradus pertingebat, omnino discerni non poterat, an soli, an potius lunæ concentricum esset, cum limbus lunæ in altero extremo congruens cum limbo solis, in altero ab eo distaret non ultra semidigitum. At in vividiore illo, & arctiore lumine, quod in pluribus observationibus vidimus definitum amplitudine unius digiti, debuisset, ut notat Louvilleus, in altero margine esse duplo latior, quam in altero, quod admodum facile deprehenditur. Multo autem magis idem deprehendi debuit, ubi multo adhuc arctior est visus annulus ipse; evidentissime vero in Wolfiana Lipsienfi observatione anni 1706, in qua ipse annulus omnino lunam cingebat, cum supra ipsum extaret pars solaris disci. Maraldo quidem in eclipsi anni 1724, ut vidimus, soli potius quam lunæ concentricus videbatur annulus, at id quidem trans nebulam, & Isleo idem in eadem eclipsi lunæ potius concentricus est visus.

136. Quærenda igitur causa, quæ ipsum annulum arctiorem exhibeat, & lunæ concentricum. Eam non posse repeti a radiorum diffractione arbitramur omnino certum, juxta ea, quæ a num. 9 ad 19 demonstravimus. Ejus enim latitudo ita immensam tenuitatem haberet juxta num. 15 & 16, ac lumen ita languidum juxta num. 17, ut sensum omnem prorsus effugeret juxta num. 18. Sed nec Hiriana illa toties repetita reflexio radiorum per ca-

vitates asperi globi facta nobis satisfacit. Lumen enim ex ejusmodi repetitis reflexionibus debet esse admodum languidum, quod nimirum plurimis vicibus languidius erit, quam lumen partium lunæ integro solis radio illustratarum. Posset quidem alicubi a cavitatibus ipsis major colligi ejus copia ita, ut sensum percelleret, sed tanto minus luminis alibi haberetur, nec generaliter cum exiguis tantummodo interruptionibus distribui posset circumquaque ita, ut visu perciperetur. Accedit, quod ipse annulus a multis, ut satis vividus describitur, licet solari lumine multo languidior, & cælum circa solem delitescentem adhuc tanta vi luminis imbutum, ut nullæ stellæ Fixæ in ea vicinia videri possent, quod exiguum illud lumen obruisset. Hinc nobis persuasum est, ipsum illum annulum, quem Hirijs circa globum illum suum scabrum detexit, diffractioni potius radiorum tribuendum esse, ut & circuli Isleani annulum, in tam exigua ab oculo distantia sensibili.

137. Hisce causis exclusis ad lunæ atmosphæram multi confugiunt. At in primis tota illa extensio luminis per plures gradus atmosphære lunari tribui fane non potest, cum singula millia hinc circiter sub singulis minutis secundis videantur. Quin immo & unius digiti amplitudo, sive trium fere minutorum, secum traheret altitudinem fere 180 milliariorum, nimis fane immanem. Et frustra quidem Louvilleus in Commentariis Parisiensibus ad annum 1715 recurrit ad pondus in lunam adeo minus pondere in terram, ex quo fiat, ut atmosphæra illa multo altius affurgat. Si enim tantam adhuc reflecteret vim luminis, ut satis vividum lumen exhiberet, ubi adhuc tam clarum est cælum, ut nullæ Fixæ ibidem videri possint; profecto videri deberet supra lunam affurgens in omnibus lunæ phasibus, & ultra cornua longe, pro tanta nimirum altitudine excurrrens juxta num. 103, nec posset

vi-

vicino lunaris disci lumine obrui, quo stellæ, ne tertiæ quidem, & quartæ magnitudinis obruuntur, potissimum prope cornua, & circa novilunia, circa quæ luna exiguo adhuc prædita lumine ita extat, ut crepusculi, & vaporum vis secundarium lumen a terra reflexum, multo fane languidius annuli, adeoque ejus atmosphære lumine, nequaquam obruat. Quod si annulus sit adhuc multo humilior, ut humiliorem esse illum, qui vividior apparet, paulo infra statuemus, adhuc excursus ejusmodi annuli ultra cornua in reliquis lunæ phasibus evitari non potest. Deinde ejusmodi atmosphæra, si tantum luminis reflecteret, deberet fane & refractionem parere juxta num. 102, quam tamen nullam esse ad sensum videbimus paulo infra, ubi ipsam lunæ atmosphæram, satis validis argumentis excludemus.

138. Cum igitur ne a lunæ quidem atmosphæra repeti possit ejus annuli causa, in nostra vero sententia apparere debeat juxta num. 43 annulus ex illo arcu *Hh* oriundus (in Fig. 7) in *Bb*, qui etiam interruptus videri debet ob umbras lunaris disci, lumen autem habere satis vividum, æquale nimirum lumini lunæ a sole illustratæ, quod in tanta obliquitate etiam vividius esse debet: huic omnino causæ tribuendus est arctior ille ipse annulus, lunæ concentricus, quod hanc ipsam nostram sententiam fluidi lunam ambientis mirum in modum confirmat. Lumen illud amplius, & longe diffusum per plures gradus tribuendum ducimus solari atmosphære, quam existere omnino docent ipsius solis maculæ, & zodiacale lumen, & quam in tanta solis vicinia tanto crassiorem videri tum debere, evincit lumen ipsum zodiacale, quod in tanta a sole distantia tanto tenuius, & horizonti proximum deprehenditur sub finem vespertini, vel sub initium matutini crepusculi. Radios illos circumquaque erumpentes, arbitramur, tribui posse vel oculorum nostrorum illusioni, ut circa lumen candelæ

P. Boscovich de Lune Atmosf.

M

radios videmus oblongos, vel refractionibus, & reflexionibus nostræ atmosphæræ, quibus sane causis tribui debet totum discrimen, quod in eadem eclipsi contemplanda se in diversis observationibus exhibuit. Fieri posset, ut in atmosphæra etiam solari ampliores ignes, & magnitudini macularum respondentes accenderentur, vel vapores dispositi crassiores, & nondum in maculas concreti radios quosdam exhiberent a sole illustrati. Illas autem irradiationes intra lunæ discum obscurum, quas Louvilleus limbo proximas se observasse testatur, Hirijs radiis tribuit reflexis per cavitates illas suas, & asperitates ab hemisphærio lunæ illustrato, quam explicationem, nos quoque amplecti possumus juxta num. 45; cum fieri possit, ut lumen velut in focis quibusdam, & causticis collectum, in oculos incurrat, & ob celerem lunæ motum, mutata positione partium ad solem, brevissimo perduret tempore. Sed arbitramur omnino illud idem tribuendum esse potius ignibus atmosphæræ nostræ, vel cuidam oculorum, in vaporoso maxime coelo, illusioni, potissimum cum eas irradiationes Louvilleus circa limbum tantummodo viderit, alii per Angliam ipso teste etiam in medio disco, in aliis autem eclipsibus totalibus pluribus aliis in locis diligentissime observatis nulla earundem irradiationum mentio occurrat. Nam qui eos & Louvilleus, & Wolfius, ac alii possint arbitrari esse fulgura lunaris atmosphæræ, nequaquam sane intelligimus. Satis erit considerare, quæ in tanta distantia apparens diameter esse debeat fulgurationum ipsarum, ubi integra milliaria sub singulis minutis secundis conspiciamus, & qui languor luminis, cujus intensitas decrescit in ratione reciproca duplicata distantiarum. Præterquam quod, nullam in luna atmosphæram esse, quæ nubes pariat, & fulgurationes gignat, patebit paulo infra.

139. Illud unum huic nostræ sententiæ de annuli causa videtur officere, quod num. 65 demonstravimus; nimirum amplitudinem annuli secum trahere etiam illuminationem superficiei lunaris hemisphærio multo majorem, nempe (*in Fig. 7.*) usque ad H , ita ut sit mH media inter amplitudinem annuli, & quartam partem lunaris diametri. Si amplitudo annuli sit unius digiti, sive $\frac{1}{11}$ diametri ea ducta in $\frac{1}{4}$ habetur $\frac{1}{44}$, cujus radix fere $\frac{1}{6}$ exhibet spatium mH , quod ita amplum esset, ut omnino observari deberet, nudo etiam oculo atque inermi. At ejusmodi excursus partis illustratæ ultra hemisphærium non observatur. Si enim alterum micrometri filum traducatur prope novilunia per cornua, alterum autem limbum lucidum contingat, tum illud per cornua transeat, hoc obscurum limbum perradat; haud magna inæqualitas deprehenditur, quod & quandoque experti sumus. Hinc annulum ipsum, qui huic nostro fluido tribuendus sit, multo arctiorem esse, necesse est. Eum quidem obtecto jam sole & radii intra oculos aberrantes, & nebula in Londinensibus observationibus anni 1706, ac in Parisiensibus anni 1724 debuerunt extendere, ut tanto amplior appareret; nam Wolfio quidem Lipsiæ, extante sole adeoque erraticis radiis repressis, multo tenuior est visus triente illo extantis solaris digiti, quod & aliis accidisse; licet sole penitus obtecto, patet ex num. 133, quibus instar fili tenuis apparuit. Et quidem in hac nos sententia confirmat & illud, quod interruptum observaverit Louvilleus ipse, & interruptionem lunæ montibus tribuerit, qui quidem montes vix sub angulo $10''$ apparere possunt, ac quod ipsum annulum omnino similem censuerit annulo a diffractione radiorum orto circa circulum opacum, & ab Isleo sibi ostensum, qui quidem annulus juxta num. 15 tenuissimus esse debet, nec nisi ab erraticis radiis augeri potest.

140. Ceterum ipsa lunaris globi asperitas non permittit, ut satis accurate determinetur, quanta pars superficiei illustretur. Ita incertus est limes illuminationis, ut inæqualitates etiam ad $\frac{1}{16}$ partem diametri lunaris se extendant, five ad 2 minuta, quin etiam ulterius etiam procurrant, & ob eandem causam nec extremicoruum apices satis definiri unquam possunt, & qui solis distantiam per dichotomiam lunæ quæsierunt, eam triplo saltem minorem vera deprehenderunt, quod omnino provenire debet a scabritie lunaris globi, & a forma etiam faciei circa medium discum nobis obversum, qua fit, ut limes ibi rectilineus appareat multo ante, quam deberet in prima quadratura, & post in secunda. Nam dichotomiam, quæ a rectilineo limitis ductu desumitur, nihil ad sensum turbare a nostro fluido, patet ex num. 64, nihil etiam e lunæ atmosphæra, siqua esset, ex num. 101. Unde illud quoque colligitur, maxime hallucinatum esse Vendelinum, quem Ricciolus Almagesti lib. 4. cap. 6. affirmat arbitratum esse, a lunæ atmosphæra pendere errorem, qui in dichotomia ipsa observanda committitur.

141. Jure igitur assumere possumus illud, excessum partis illustratæ supra singulos quadrantes, five (in Fig. 7.) arcum mH , deprehendi non posse, si etiam ultra $1'$ aliquando excurrat. Cumque quarta pars diametri $8'$ sit ad ipsum, ut ipsum ad annuli amplitudinem, erit ea secundorum 8, vel 10, quæ nimirum Wolfio, atque aliis tam tenuis apparuit, & illi quidem uno minuto tanto minor. Ceterum amplitudinem annuli ipsam augere potest etiam reflexio radiorum appellentium ibidem ad Bb , quorum aliqui introrsum detorquentur & illustrent limbum ultra H , sed ea reflexio & nimis tenuis esse debet, & arcum quoque mH æque augere. Verum de ipso annulo certius aliquid constabit, si in ejus dimensiones non nudo oculo, & incerta æstimatione, sed per

telescopio pia micrometro instructa inquisitum fuerit, & diligentius arctior annulus ab ampliore, & longius diffuso atmosphære solaris lumine distinguatur, quod proxime sequenti Octobri mense per ingentem Lusitaniæ, & Hispaniæ tractum præstari poterit, ubi eclipsis solis totalis habebitur sub ejus mensis finem. Ibi autem & illud observandum esset, utrum annulus lunæ concentricus post totalem immersionem augeat diametrum apparentem lunæ observatam medio disco solis obtecto, an minuat; nam & hæc nostra causa, & illa ab Hirio proposita, & vero etiam ea, quæ a diffractione luminis petitur, debet eam minuere; quæ vero a solis, vel lunæ atmosphæra, auget.

142. Quoniam montium lunarium altitudo perpendicularis 9 miliaria non superat, satis est si fluidum nostrum per $10''$ assurgat a lunæ limbo, ut omnes montes transcendat. Hinc si (in Fig. 7.) mH subtendat unum minutum, erit bm ad mH , ut 1 ad 6, & Hb ad Hm , five radius ad sinum anguli Hbm , vel sinus incidentiæ ad sinum anguli refracti, ut $\sqrt{37}$ ad 6, five ut 1014 ad 1000; ac proinde differentia eorum sinuum $\frac{1}{1000}$, quæ in nostra aqua est $\frac{1}{37}$, quod ostendit quanto rarius esse possit id fluidum, & tamen montes omnes obtegere, nec nimio plus quam par est supra hemisphærium illustrare de lunæ globo.

143. Hinc autem facile patet & responsio ad binas difficultates, quæ contra ipsum fluidum objici possent. Altera desumitur ab imagine solis, quæ in suprema ejusmodi fluidi superficie observari deberet, altera ex tanta pelluciditate in tanta altitudine. Nam in nostro mari in multo minore altitudine fundum videre non possumus, & celeberrima est Halleyana observatio, qui cum in urinaria machina ad ingentem altitudinem descendisset infra maris superficiem, radium directum per fenestram machinæ irrumpentem in manum vidit rubeum, aquas vero reflexo lumine virides,

violaceis fere omnibus jam depositis per superiores reflexiones in aqua.

144. Quod ad imaginem pertinet, jam supra vidimus num. 27, quam exigua esse debeat, quam tenui lumine esse possit, quæ tenuitas in tanta hac fluidi tenuitate maxima omnino esse debet. Cum igitur præterea semper incurrat in partem lunæ a sole illustratam, nihil sane mirum, si a nobis percipi nequaquam possit.

145. Quod vero pertinet ad diaphaneitatem, licet multo etiam densius esset fluidum ipsum, dummodo esset maxime homogeneum, certum omnino est, vel nullos radios, vel admodum exiguum radiorum semel ingressorum partem reflecti debere, cum radii non reflectantur, nisi in mediorum mutatione, ob inæqualitatem virium in ejus particulas agentium, & in solidissimis quibusque corporibus nos quidem agnoscimus vacui spatii infinites majorem copiam, quam materiæ, ut proinde possint radii seclusa earum virium inæqualitate vagari quamcunque in partem liberrime. In mari tam multæ tam multorum salium admixtæ particulæ plurimum luminis intercipiunt, ac nulla ne purissimorum quidem fontium aqua ita est pura, ut mineralium, ac terrearum particularum, & salinarum ingentem copiam admixtam non habeat, quæ in longiore tractu ingentem luminis vim intercipiunt, ac reflectunt. Quanto autem magis perspicuitas, ac pelluciditas ingens cum tanto majore tenuitate fluidi conciliabitur!

146. Atque hæc de nostro fluido dicta sint satis: illud unum sub finem hic monendum ducimus; si amplitudo annuli inveniatur & lunæ concentrica, & amplior ita, ut si tota tribuatur illi nostro arcui Hh figuræ m viso in bB , secum trahat nimis magnum arcum bH videndum utrinque in lunæ phasibus ultra semicirculum; id quidem non secum trahere falsitatem theoriæ fluidi ipsius, sed so-

lum postulare aliam ejusdem annuli causam, vel ab atmosphæra lunæ petitam, vel si hæc argumentis, quæ jam proferemus, rejicienda omnino sit, adhuc incognitam. Quin immo adhuc multo major densitas in fluido nostro admitti posset ita, ut altitudo quidem subtendat in terra angulum 10 secundorum, arcus vero mH tantummodo 20, quem quidem arcum ob inæqualitatem in luna limitis umbræ, ac lucis omnino deprehendi observando non posse, evidentissimum est. Eo casu esset mb ad mH , ut 1 ad 2, sinus incidentiæ ad sinum anguli refracti, ut $\sqrt{5}$ ad 2, five ut 118 ad 1000, unde differentia sinuum prodit $\frac{1}{1000}$, five $\frac{1}{8}$, tanto adhuc minor, quam in aqua nostra, & imago in prima superficie languidissima, atque insensibilis.

147. Illud autem non omittendum, mira admodum phænomena haberi debere oculo intra ejusmodi fluidum immerso, quæ & piscibus in aqua nostra demersis omnino occurrunt, si superficies aquæ quiescat. Radius QF (in Fig. 16.) tangens fluidi superficiem in F refringatur per FA , ad punctum aliquod I nuclei. In ipsa FI sit punctum A quodvis, per quod transeat recta gAT contingens globum in N . Centro F intervallo FI inveniatur in superficie nuclei punctum M : sit alia tangens $GAnt$, ac ex G itidem tangens nuclei GO , tum per A alia $VfAL$ contingens fluidum in f , ac refracta per fA , & per centrum C ac A recta CAD occurrens nucleo in I , fluido in D .

148. Si jam ex A exeant radii circumquaque, ABD abit irrefractus: quivis AF , Ae in angulo fAF prodire poterit refractus per EP , & pe : bini AF , af prodire poterunt per tangentes FQ , fV . Reliqui omnes in fluidum obliquius incident, adeoque reflectentur necessario in totum. Ex ipsis ii, qui impingent in FG , reflectentur ad arcum MO : quicunque AH jacuerit in angulo GAT , reflectetur per chordam HR evitantes nu-

cleum, quamobrem etiam ex H reflexus per æqualem chordam, & ita porro in infinitum, nunquam aut extra fluidum prodibit, aut in nucleum incurret, & idem accidet radiis jacentibus in angulo gAt . Reliqui contenti angulo HAn directe in nucleum incident.

149. Quamobrem e contrario objecta extra fluidum sita per totum spatium $FQPDpqfV$ oculo sito in A apparebunt intra angulum $F Af$: horizon apparens respectu ejus oculi pro objectis extra fluidum sitis erit conus $F Af$, nec sol, aut ulla stella illi nascetur nisi in distantia a zenith, quam requirit angulus BAF , cumque pro quovis objecto P viso per radium PEA prope horizontem FA , refractionis angulus in aqua nostra sit ingens, ingens pariter erit discrimen inter diversorum radiorum coloratorum refractiones, adeoque omnium Fixarum & planetarum imago prope ortum, vel occasum debet oculo immerso in ejusmodi fluidum videri maxime oblonga, & coloribus distincta, ac data vi refractiva facile definiri potest pro quavis apparenti altitudine longitudo imaginis, & separatio colorum, quæ in aqua debet esse admodum magna ita, ut pisces perpetuo contemplari debeant sine prismate coloratum Newtoni spectrum. In angulo autem FAG , & fAg videre debet picta in FG , fg objecta, quæ sunt in superficie nuclei in MO , tum in angulis GAT , gAt erunt densissimæ tenebræ, nisi forte piscis alius in eo tractu occurrat intra fluidum, nam nullus radius in eo angulo deferri poterit ad oculum nec delatus extra fluidum, nec e nuclei puncto aliquo. Demum in angulo NAn apparebit directis radiis superficies nuclei NIn ; quæ quidem omnia phænomena mira sane sunt, semper quieto mari piscium oculis obversantur, & eadem viventibus in luna positis, si qui oculos habeant, perpetuo apparere debent, superficie fluidi, in quo innatant perpetuo quiescente, cum per eam

eam perpetuo ejusdem formæ fundi superficiem intueamur. Sed hæc innuisse sit satis.

150. Hisce fufius aliquanto expositis, quæ ad fluidi nostri theoriam pertinent, jam de atmosphæra, quæ hoc ipso fluido superior esse deberet, nostrum proferemus judicium. In primis autem illud nobis videtur evidentissimum, lunam carere atmosphæra simili nostræ, deinde illud etiam arbitramur admodum probabile, & fere certum nullam sensibilem atmosphæram circa lunam haberi, five nullum fluidum æthere ad sensum densius, & paulatim a lunæ superficie per continuos gradus rarefcens, donec in ipsum desinat ætherem.

151. In primis lunam carere atmosphæra simili huic nostræ evidentissime demonstrant phænomena illa omnia, quæ in ejusmodi atmosphæra exhibere deberent immersiones, ac emersiones stellarum fixarum, ac planetarum, quæ a num. 77. persecuti sumus. Nihil ejusmodi observamus in luna. Nunquam emersio Fixæ, aut planetæ præcedit immersionem: nunquam describitur duplex illa curva $GHNhg$, & $hN'H'$ (Fig. 12.). Immerguntur sæpe, & Fixæ, & planetæ, ac delitefcunt, quæ nunquam deberent oculos fugere observatoris. Nunquam apparet Fixa in annulum illum $VRur$ circa totam lunam diffusa: nunquam solis, vel planetæ alterius prope centrum vel ad centrum ipsum lunæ devenientis discus attenuatus in immensum, vel circa omnem lunæ limbum dispersus, & alia ejusmodi, quæ perpetuo observaremus, omnino non accidunt. Accedit ingens colorum separatio, quæ haberetur prope immersionem, & emersionem juxta num. 100. rubor juxta num. 111. luminis amissio, & recuperatio per gradus juxta num. 106. confusio ingens limbi lunæ in solis defectibus juxta num. 103: lumen solis, quod paulatim, & per gradus desineret in tenebras

P. Boscovich de Lunæ Atmos.

N

juxta num. 106: atmosphæræ extantis supra lunæ discum, & excurrentis ultra cornua phænomenum, quod haberetur juxta num. 103: in ipsa luna ab hemisphærio obscuro ad clarum transitus per gradus, & crepuscularem illum tractum, qui adesset juxta num. 106: confusio illa partium extremarum lunæ, quæ appareret in limite illustrationis, & in margine disci a nobis visi, ac demum umbrarum potissimum circa illustrationis marginem, discrimen, quod esset perquam exiguum, a partibus illustratis juxta num. eundem.

152. Et superiora fane omnia perpetuo apparerent, atmosphæra etiam nullis vaporibus densioribus obruta, nullis nubi- bus, aut nebulis impedita, si esset nostræ omnino similis, ut evidentissime patet, ac præterea identidem haberentur & nubes, & nives. Patet itidem evidentissime illud etiam, ea in luna omnino non observari. Et quidem quod ad nubes pertinet, iis & Hugenius ad excludendam atmosphæram lunæ est usus in Cosmotheoro lib. 2. cum dicat: *sed neque nubes ullæ sunt. Si enim essent, videremus eas nunc has, nunc illas lunæ regiones obtegere, ac visui nostro subducere, quod nequaquam contingit, sed perpetua apparet serenitas.* Nec illud nos movet, quod Monierius in notis, quibus Keillii editionem suam illustravit, adjecit, posse aliquas haberi nubes in hemisphærio non illustrato, in illustrato nullas apparere ob ingentem calorem. Profecto hic apud nos sub ipsa zona torrida multo pluribus in locis frequentiores sunt nubes, quam sub temperatis, & norunt fane Parisienses Academi- ci, quantum impedimenti perpetuæ quandoque nubes ipsis at- tulerint in metiendo Meridiani gradu occupatis. Hinc si atmo- sphæra nostræ similis adesset, etiam in illustrato hemisphærio nu- bes haberentur, potissimum cum fere omnis lunæ facies editissi-

mis montibus sit plena. Sed nos quidem nullas haberi, ne in obscuro quidem arbitramur, nec Louvilliana illa fulgura in totali eclipsi observata nos movent, quæ fane in tanta distantia visum effugerent juxta num. 138. Idem autem Hugenius ad atmosphæram excludendam usus est ibidem etiam argumento limbi non sen- sim evanidi, sed distincti; *Si qua enim, inquit, talis extaret, non posset extrema lunæ ora tam præcisè circumscripta spectari, quam subeunte stella aliqua sæpe animadversa est, sed evanida quadam luce, ac velut lanugine finiretur.* Atque alia ex iis, quæ adduximus, ab aliis etiam ipsam atmosphæram excludentibus adhiberi solent, quos persequi non vacat, verum immersiones illæ, & emerfiones Fixarum, vel planetarum, quas adhibuimus primo loco, omnium evidentissime nostro quidem judicio contra atmosphæram nostræ prorsus similem rem omnem conficiunt.

153. At nec multo tenuior atmosphæra circa lunam admit- ti potest. Ea, quam Eulerus assumpsit in tabula allata num. 88., est adeo tenuis; ut ipso teste bis centum vicibus nostra hac atmo- sphæra tenuior sit, quam qui fere millies esse tenuiorem aqua per- penderit, videbit fane, quam Euleriana illa sit tenuis. Adhuc tamen illa ipsa, quæ horizontalem refractionem secum trahit 20// tantummodo, tantos in occultationibus Fixarum, & planetarum effectus ederet, ut vidimus num. 75. At aliis omnibus missis consideretur contractio moræ inter immersionem, & emerfionem, quæ ad plura minuta se extendit juxta num. 90. contractio distan- tiæ inter stellas integro minuto, vel dimidio, vel etiam minus in- ter se distantes, quæ duplo minor evaderet juxta num. 96, ac potissimum contractio in planetis lunæ disco proximis diametri ad centrum tendentis, quæ duplo brevior evaderet altera diame- tro parallela limbo juxta n. 98. Hæc phænomena non aliquando

denfioribus vaporibus obruta atmosphæra lunari, sed semper, eaque purissima haberi deberent, si ea tantam densitatem haberet, quæ refractionem pareret horizontalem secundorum 20, qualem Eulerus assumpsit.

154. At ejusmodi phænomena non semper haberi, evidentissimum est observanti cœlum, immo rarissimi sunt ii casus, in quibus aliquod indicium alicujus tantummodo ex effectibus ab atmosphæra requisitis, atque id plerumque admodum ambiguum, habeatur. Nobis sane nihil ejusmodi unquam contigit pluribus jam occultationibus observatis. Idem testatur nobis de observationibus suis, in quibus exercitatissimus est doctissimus vir P. Christophorus Maire nuper ab Academia Parisiensi suus, ut appellant *Correspondens* nominatus. Idem nuper humanissimis literis ad me datis celeberrimus Eustachius Zannottus Bononiensis Astronomus testatus est, in tam multis ejusmodi observationibus a se habitis, nullum se unquam atmosphære indicium habuisse. Idem autem Jacobus Cassinus in Astronomiæ elementis testatur admodum generaliter, ibi enim lib. 3. cap. 3., *Fixæ*, inquit, & *Planetæ*, dum occultantur a luna, nullam patiuntur sensibilem alterationem, dum subeunt, vel emergunt. Idem etiam in Commentariis Parisiensibus ad an. 1715, ubi refert Veneris occultationem Montepessulano observatam eo anno sine ullo mutationis indicio, observatoribus licet in idipsum intentis, ob annulum, qui atmosphære lunari tribuebatur in eclipsibus solis, affirmat, nec sibi, nec Malezievio, nec Maraldo ullam unquam mutationem notatam in pluribus planetarum eclipsibus, & interdiu & per noctem observatis. Mairanius in Commentariis Parisiensibus ad annum 1716 occasione occultationis Jovis post lunam, in qua nullum deprehendit indicium atmosphære, sic habet: *Ego nunquam observavi id genus eclipsium, quin fuerim in id intentus, ut viderem, num ullam mutationem subiret*

astrum in suo ingressu, & egressu e luna. In illa anni 1704, in qua coloris mutatio fuisset ex maxime sensibilibus, quia Jupiter visus interdiu per telescopium videbatur subalbus, nullam nos mutationem percepimus in ejus ingressu, & egressu. Nihilo magis mutationem ullam ego notare potui in emersione Veneris, quam interdiu observavi 19 Maji anni 1692, nec ulla apparuit in illa Veneris per lunam occultata 23 Febr. anni 1708, quæ refertur in Commentariis Academiæ ejusdem anni. Demum in magno numero eclipsium Fixarum per lunam nos non potuimus notare ullam mutationem, nisi semel, cum nobis visa fuit Fixa in ingressu in lunam nonnihil recedere.

155. Wolfius quidem in elementis Astron. parte 2, cap. 1 sic habet. Cassinus (in Com. Acc. Paris. ad an. 1706.) sæpius observavit figuram Saturni, Jovis, & Fixarum a luna occultatarum prope limbum ejus sive illuminatum, sive obscurum ex circulari in ovalem fuisse transmutatum, sæpius etiam in aliis occultationibus nullam figuræ mutationem animadvertit. Videtur hic, in Cassinianis observationibus æque sæpe contingere, ut & mutationes videantur aliquæ, & nullæ appareant, ac cum tantummodo Kirckii filii observationem deinde addat, cui visa est aliqua mutatio figuræ Veneris a luna occultata 19. Sept. anni 1729, videtur innuere frequentiore etiam esse mutationis casum, quod, quantum a veritate aberret, patebit partim ex iis, quæ diximus, partim ex iis, quæ jam dicemus. Cassinus in eo loco sic habet: *Nos sæpe observavimus eclipses Saturni, & Jovis, & Satellitum, & aliquarum stellarum fixarum per lunam, quin potuerimus observare ullam mutationem in his astris in eorum immersione.* Hic sane exprimit, quod ipsi plerumque acciderat. Deinde addit: *sed in nonnullis aliis observationibus visum est nobis stellam oblongari paululum, dum se absconderet.* Profecto hic loquendi modus casum multo rariorem indicat.

Eodem autem anno Hirius Nos, inquit, *cognovimus in pluribus occurribus, & conjunctionibus planetarum cum luna, ipsam non habere circa se ullam atmosphæram sensibilem, quoniam hæc corpora non patiebantur ullam refractionem, dum accederent, sed nec dum contingerent.* Nec ullam mentionem facit mutationis unquam observatæ: ac eodem pariter modo Fontenellus generaliter loquitur in Historia ejusdem anni. Quin idem Hirius ad annum 1715 Nos, inquit, *idcirco magnum observationum numerum inivimus, sed nunquam quidquam invenimus, quod possit efficere, ut suspicemur adesse circa lunæ corpus materiam ab æthereâ diversam.*

156. Innumerabiles vero ubique occurrunt singulares observationes, in quibus nulla mutationis habetur mentio, quam plurimæ, in quibus diserte affirmatur nullam extitisse. In eadem illa Kirckii observatione Berolini habita, quæ refertur etiam in Actis Lipsiensibus ad an. 1731, mutatio extitit perquam exigua. Cornua disparuerunt, & telescopia pedum 18 discus apparuit fere ellipticus, ac male terminatus. Eandem autem occultationem observavit & Carolus Rostius Norimbergæ, ut habetur in Miscel. Berol. continuatione 2, telescopia minore quidem pedum 6, sed ejusmodi, *ut amborum astrorum limbos, præsertimque Veneris fere dichotomam optime exhiberet.* Porro is nullam animadvertit mutationem figuræ, quæ Kirckio apparuit, vidit autem ruborem quendam, de quo Kirckius non meminit. Kirckii vero ipsius plures habentur observationes, in quibus nulla mutatio apparuit, ut in ipsis Miscel. Berolin. contin. 1. refertur Martis egressus e luna interdum ab eo observatus cum radiis omnibus spuris spoliatus appareret; apparuit autem exacte rotundus, & terminatus. Idem ibidem contin. 3. refert, observationem Jovis admodum oblique occultati a se habitam, ubi illum & ante immersionem & post

emergionem affirmat, satis clarum apparuisse, at nullam coloris, aut mutationis in figura mentionem facit.

157. Ac in ea quidem observatione is moram inter appulsum primi limbi ad lunam, & immersionem totalem, multo minorem invenit, quam esse debuit pro apparenti diametri magnitudine, quam ex ea observatione intulit 36'', vel etiam 33'', cum ipsi visa sit 1', & debuerit quidem minor esse 1', sed omnino major 33'', vel 36''. Sed & ipsa contactuum momenta nec omnia, nec omnino accurate observata esse plures ob causas, patebit ipsam observationem perpendenti, & quod ad rem nostram maxime facit, atmosphæra, si quam luna haberet, debuisset producere id tempus, non contrahere, ut patet ex num. 97, & debuisset non totum discum contrahere, ut adhuc rotundus appareret, sed figuram mutare plurimum, & ellipticam reddere.

158. Ceterum ex omnibus testimoniis, quæ adduximus, illud evidentissime patet, fere semper mutationem haberi nullam, rarissime aliquam observari, & sæpe ambiguum, & sæpe pro diversis locis diversam, ac semper perquam exiguum. Porro cum atmosphæra adeo tenuis, ut illa est ab Eulero assumpta, requirat mutationes adeo ingentes, ut planetarum discus duplo longior apparere debeat, quam latior admodum evidenter patet, ne tam tenuem quidem, immo nec multis vicibus tenuiorem auram haberi circa lunam.

159. At unde igitur mutationes illæ exiguæ, quæ quandoque observantur? Ac illis quidem accedit & observatio aliqua palloris, in ultimo arcu solaris limbi, cum sol anno 1715 definiret sub solem immergi, Londini habita a Louvilleo, ac levis rubor ejusdem aliquando in fine pariter immersionis observatus. Narrat Louvilleus idem, cornu solaris limbi prope immersionem totalem visum discedere ab arcu reliquo, ut ex nostræ atmosphære

refractione, & undis prope horizontem quandoque fit in sole, & luna. Eulerus autem in eclipsi illa solis annulari anni 1748 testatur in Commentariis Berolinensibus ejusdem anni supra memoratis, sibi visum discum solis, cum ipse annulus formaretur, excrevisse nonnihil; nam circulo, cui in imagine ante congruebat, deinde major est visus, excursu 15 secundorum circiter, ac postea ad priorem magnitudinem rediit.

160. Hæc & alia ejusmodi phænomena explicari possent, admittendo circa lunam aliquod auræ genus ita tenue, & ejus naturæ: ut nulla sensibili vi refractiva, & reflexiva præditum esset, adeoque nec refringeret, nec reflecteret radios; in qua aura aliquando licet perraro eleventur vapores tenuissimi, & minus ponderantes, aliqua tamen vi refractiva, & reflexiva præditi, qui rarior ejusmodi phænomenis faciant satis. At ne ea quidem sententia nobis arridet. Possunt enim eorum phænomenorum causæ aliunde repeti, sine figmento auræ nulla sensibili præditæ actione in lumen, & adeo rara vaporum elevatione, qui in facie nobis obversa nunquam in nebulas concrecant, & nubes. Aliquot earum causarum capita brevissime attingemus.

161. In primis multa ejusmodi phænomena provenire possunt a vitio telescopiorum. Hujus generis sunt colores, qui quandoque apparuerunt in disco planetæ. Ejusmodi colores Louvilleus, & Isleus observarunt uno minuto ante immersionem Veneris anno 1715, ut habetur in Commentariis Parisiensibus ejus anni, viderunt limbum Veneris lunæ proximum rubeum, remotiorem vero violaceum. Louvilleus id attribuit atmosphæræ lunari, Isleus diffractioni. At ex iis, quæ Isleus addit, notavit Cassinus deberi telescopio: nam & vitri objectivi apertura erat ingens, & lunæ limbus occupabat centrum campi. Idem autem Isleus eodem anno in observatione occultationis Jovis, cujus & superius men-

mentionem fecimus, affirmat, & sibi, & Chardeloupio nullos colores visos, qui atmosphæræ lunæ tribui possent, visum autem Jove adhuc a luna remoto rubeum colorem versus telescopii centrum, & violaceum versus margines. Quandoque autem in medio ipso campo colores a telescopio exhibentur, ubi nimirum vitrum objectivum non ita affabre elaboratum est, ut recta, quæ jungit centra superficierum, transeat per medium aperturæ.

162. Ejusdem telescopii vitio videri quandoque potest & stella quæpiam lunari limbo aliquandiu adhærens. Si enim telescopium non sit egregium, vel non accurata sit pro observatoris oculo distantia ocularis vitri ab objectivo, non habetur ea, quam dicimus, objecti terminatio. Radii nimirum excurrunt, & imaginem majorem reddunt, ac confundunt. Hanc ob causam & Galilæo visus est discus lunæ illuminatus amplior obscuro, ac excurrrens, quem ipse excursus atmosphæræ lunari tribuit in Nuncio fidereo, omnino male: nam optimis telescopiis, ubi circa novilunia videtur etiam tota disci obscura pars, uterque limbus obscurus, & lucidus sine ullo excursu continuatur, quod & nos sæpe experti sumus. Hinc si & astrum augeatur, & augeatur lunæ species, videbitur astrum ipsum, ut lunam primo contingens multo ante, vel ultimo deferens multo post. Ac ea est causa etiam phænomeni, cujus meminit Isleus ad annum 1715, cum Venus integra intra discum lunæ apparuit prope limbum, nimirum intra spatium a radiis aberrantibus occupatum. Idcirco in Jovis occultatione maxime intentus in id fuit cum Chardeloupio, sed Jupiter ipse in lunæ limbo ne minimam quidem foveolam excavavit. Ipse autem notat telescopii terminationem extitisse egregiam.

163. Eidem causæ tribui omnino debet phænomenum, quod ad probandam atmosphæram lunarem affert Monnierius in notis ad Keillium, cum stella Aldebaram disparuit anno 1736, & 1738

P. Boscovich de Lunæ Atmosf.

O

post incisuram veluti quandam lunæ limbo factam. Eidem moræ, quam per 2 minuta Parisiis habere visa est in limbo stella Hirio anno 1718, quam Poundius prope Londinum, Manfredius Bononiæ vidit immergi sine ejusmodi mora. Struickius in introductione ad Geographiam Generalem censet, hoc phænomenum tribuendum esse atmosphæræ lunari ita humili, ut montes non excedat. Aliquando occultari stellas ab editioribus lunæ partibus sine ullo atmosphæræ indicio, aliquando ab humilioribus. Diversis autem locis a diversa lunæ parte occultari. At si ea esset causa, aliquando stellæ oblique occultatæ per hiatus illos humiliores iterum post occultationem emergerent, & asperum lunæ limbum videremus. Telescopii non terminantis vitio vertendum potius: nam ex Comm. Paris. ad eum annum constat, apparuisse adhærentem Hirio per 2', Cassino plus uno minuto, Maraldo solum per aliquot secunda.

164. Colores possunt & ab atmosphæra terrestri provenire. Sic in eadem observatione memorata num. 161 idem Isleus cum socio vidit in Jove a luna remoto, & horizonti proximo rubeum colorem ex superiori parte, violaceum ex inferiori. Porro id tum quidem e regulari inæqualitate refractionum accidit. At sæpe vapores interiecti, & regulares colorem rubeum efformare possunt casu fortuito in ipso appulsu planetæ ad limbum lunæ. Ejusmodi vapores latius diffusi gignunt etiam colores tam varios, quos sæpe in luna per noctem intuemur. Iis sane tribuenda sunt phænomena tanti discriminis colorum, qui spectantur sæpe in eclipsi lunæ eodem tempore. Colores, qui in ejus defectu apparent ubique iidem, debentur radiis per atmosphæram terrestrem transeuntibus ad eam detortis, qui si ob nubes terram circumquaque tegentes nulli deferantur, ea prorsus delitescet. At quandoque alibi alii videntur, & alibi luna non apparet, apparet alibi, ut Ric-

ciolius Almag. l. 4. cap. 6. affirmat anno 1642. Apr. 14. in eclipsi totali Venetiis Julio Justiniano, Viennæ Bonvicino, & Pierono rubram, eodem vero tempore teste Vendelino ereptam ex oculis ubique per Belgium, Ricciolio quoque ipsi Bononiæ, & sociis per horam integram sereno cœlo frustra quæsitam. Id quidem, sunt, qui tribuant atmosphæræ lunari ad certum angulum detorquentis radios omnes in certam plagam, quod incredibile prorsus est. Ipsa enim atmosphæra illa illustrata videri debuit, nec ea ad certum angulum potest totius hemisphærii lunaris lumen detorquere ab una regione ad aliam adeo proximam. Multo verosimilius, etiam seclusis argumentis, quibus lunæ atmosphæra excluditur, tribui potest phænomenum ipsum terrestri atmosphæræ. Nec obest cœlum serenum. Nam satis tenuis caligo potest obtundere penitus lumen illud subfuscum, & per se satis hebes. Sic eandem ob causam vaporum cœlo sereno occupantium atmosphæram nostram debuit & Hevelius maculas lunæ non semper æque claras vidisse, licet acutissimum stellularum lumen viderit, quem multi adducunt ad probandum atmosphæram lunarem. Eodem autem pacto a terrestribus vaporibus & Fixarum, & solis, ac planetarum lunæ proximorum colores oriri quandoque possunt.

165. Irregularis aliqua atmosphæræ terrestris refractione potest in stellas lunæ proximas & tremorem inducere, quem Monnierius in sua occultatione Aldebaram notatum refert, ut sæpe & in remotas inducit: potest effecisse, ut in observatione illa Kirkii relata num. 156. Veneris cornua evanescerent ex oculis, & ipsa videretur confusa. Nam & in Veneris occultatione Montepessulano observata, quam Cassinus refert in Comment. Paris. ad ann. 1715, emerfio videri non potuit, ob ingentem, inquit, calorem, quo aer agitabatur, & erat in causa, ut Venus identidem ex oculis eriperetur: potest induxisse mutationem aliquam figuræ in illo

perquam exiguo observationum numero; in quibus est visa, ut in Comment. Paris. ad ann. 1745 refertur observatio solis elliptici trans nebulam in altitudine 17, vel 18 graduum supra horizontem, & idem phænomenum habetur etiam ad annum 1733, in altitudine graduum 10. Inæqualitas refractionis in binis limbis, multo facilius haberi potest in majore limborum distantia in sole, vel luna, quam in planetis reliquis, sed multo minor sufficit, in his, ut elliptici appareant, & vapor multo minor interpositus rem præstare potest.

166. Atmosphæra solis etiam potest præstare plures effectus huc pertinentes. In primis ab ea provenire potuit, quædam velut aurora, quam in lunæ limbo vidit Louvilleus Londini paulo antequam sol emergere inciperet. Nam pars atmosphære solaris ipsi proxima satis est clara, & ante solem emergit, ac potest in ipsa quidem emersione ea pars continuasse densiores vapores jam concrecentes in maculam, & reflectentes solis lumen; potissimum cum in emersione idem animadversum non sit. In ea potest prope ipsum finem solaris eclipseos casu oriri exigua macula, quæ limbum lunæ nonnihil inæqualem exhibeat, & limbo ipso emergente, vel paulo post intereant, vel a limbo solis evadant ad latus. Quid vero si ejusdem atmosphære solaris, cum longissime a sole protenditur, & juxta Mairanii sententiam nostras Boreales Auroras parit, pars aliqua densior lunæ occurrens vi gravitatis in ipsam decidat, & vel aliquam superficiei partem aliquamdiu occupet, vel totum ejus globum ambiat? Posset illa sane præstare exiguo illo tempore eisdem effectus, qui ab atmosphæra lunari pendere videantur, donec dissoluta illa massa absorberetur a reliqua omni atmosphæra solari, vel cum nostro illo fluido lunam ambiente commisceretur. Massas densiores volitare per atmosphæram solarem est admodum verosimile, & ab iis etiam oriri ignes quosdam, qui

quandoque in multo majore distantia a terra sunt visi, quam sit ea, ad quam atmosphæra terrestris pertingit.

167. Huic causæ & dilatatio illa disci solaris ab Eulero observata tribui posset, quamquam ea ab aliis etiam causis produci potuisset. Testatur Eulerus cornibus jam plurimum attenuatis, extremas eorum cuspides in imagine cepisse egredi e circulo illo, cui antea tota peripheria solis accuratissime congruerat, & reliquus ejus arcus omnis adhuc congruebat, donec annulo efformato peripheria tota ex eodem circulo circumquaque evaserit, ac deinde iterum ad priorem congruentiam redierit. Nisi reliquo arcu congruente cuspides e circulo evassissent, id quidem phænomenum potuisset tribui etiam contractioni cuiusdam telescopii, ut & Kirckius in Misc. Berol. contin. 1. dum observaret occultationem stellulæ post lunam anno 1717, invenit telescopium uno digito contractum, quo restituto, iterum contractio notata cum mutatione diametri lunæ.

168. Verum causam admodum probabilem in eadem epistola, cujus etiam supra mentionem fecimus, nobis suggessit doctissimus vir Eustachius Zannottus. In ea is affirmat, se in eadem eclipsi, licet plus quam duo solares digiti superessent, pariter observasse excursum imaginis ultra circulum, quæ deinde itidem congruentiam præcedentem recuperaverit. Ad id imaginis incrementum, affirmat, se tribuisse potius lumini cœli circumjacentis immixto ob tantam solis partem obtectam. Radii nimirum erratici ad majorem distantiam a vero imaginis limbo conspicui sunt, ubi cœlum contiguum est multo obscurius. Sic & stellarum, ac planetarum diametros in plena diei luce multo minores videmus, quam per noctem. Et quidem ab eadem causa pendere potuit & illud, quod Londini observaverat Louvilleus, nimirum solis limbum in tenuissima postrema falce jam obtegendum pallere vicini interitus

velut prænuncium. Quo enim falx attenuatur magis, eo pauciora sunt solis puncta, ex quibus radii aberrantes excurrunt, ac proinde eo languidius lumen ipsum, quod excurrit. Sed quidquid de eo sit, si Euleri phænomenum ab atmosphæra lunæ proflueret, planetas semper lunæ proximos duplo magis in longum productos videremus, quam in latum, ut supra demonstravimus, quod secus contingit.

169. Posset quispiam pro lunæ atmosphæra argumentum dedumere etiam ex Blanchiniana observatione, quæ habetur in novis Hesperii, & Phosphori Phænomenis. Is nimirum in Platonis macula existente in margine illuminationis vidit telescopia palmorum 150 radium tanquam e foramine quopiam, quod esset in margine ejus maculæ, irrupentem oblique in cavitatem maculæ ipsius, & per ipsam totam extensæ similem illis, quos quotidie videmus per foramen fenestræ in obscurum conclave ingredi ductu lucido ob pulverem volitantem. Nam is radius videtur illi conspicuus esse non potuisse, nisi ob atmosphæram lunarem reflectentem. At fieri potuit, ut ille ipse radius per fundum potius maculæ illius se protenderit, & solidam lunæ partem illuminaverit oblongo ductu.

170. Illud unum jam superest, ut moneamus, non idcirco a nobis necessario admittendam esse lunæ atmosphæram, quod illud fluidum admittamus, ex quo nimirum vapores plurimi debeant perpetuo elevari, & atmosphæram efformare. Nam in primis nostrum ipsum fluidum potest esse naturæ admodum diversæ a natura aquæ, quæ exiguo calore in vapores abit maxime elasticos. Deinde nec illud est certum, aquam nostram in vapores abituram, si nullus adesset aer ipsi admixtus, cum quo agitata caloris vi, ejus particulæ conjungerentur. Vapores demum ipsi ex aqua nostraeducti idcirco ascendunt, quia ærem inveniunt se gravio-

rem, quo sursum trudentur, qui si nullus adesset, elevari omnino non possent. Idem autem illud fluidum, potissimum si aere destitutum sit, potest etiam inservire conservationi viventium, qui sole eandem lunæ partem urente per 15 totos dies, nam una lunæ conversio circa axem respectu solis 30 fere diebus fit, haud ita facile viverent. Vehementi aeris fermentatione, & effervescencia sublata, sine ullo incommodo conservabuntur.

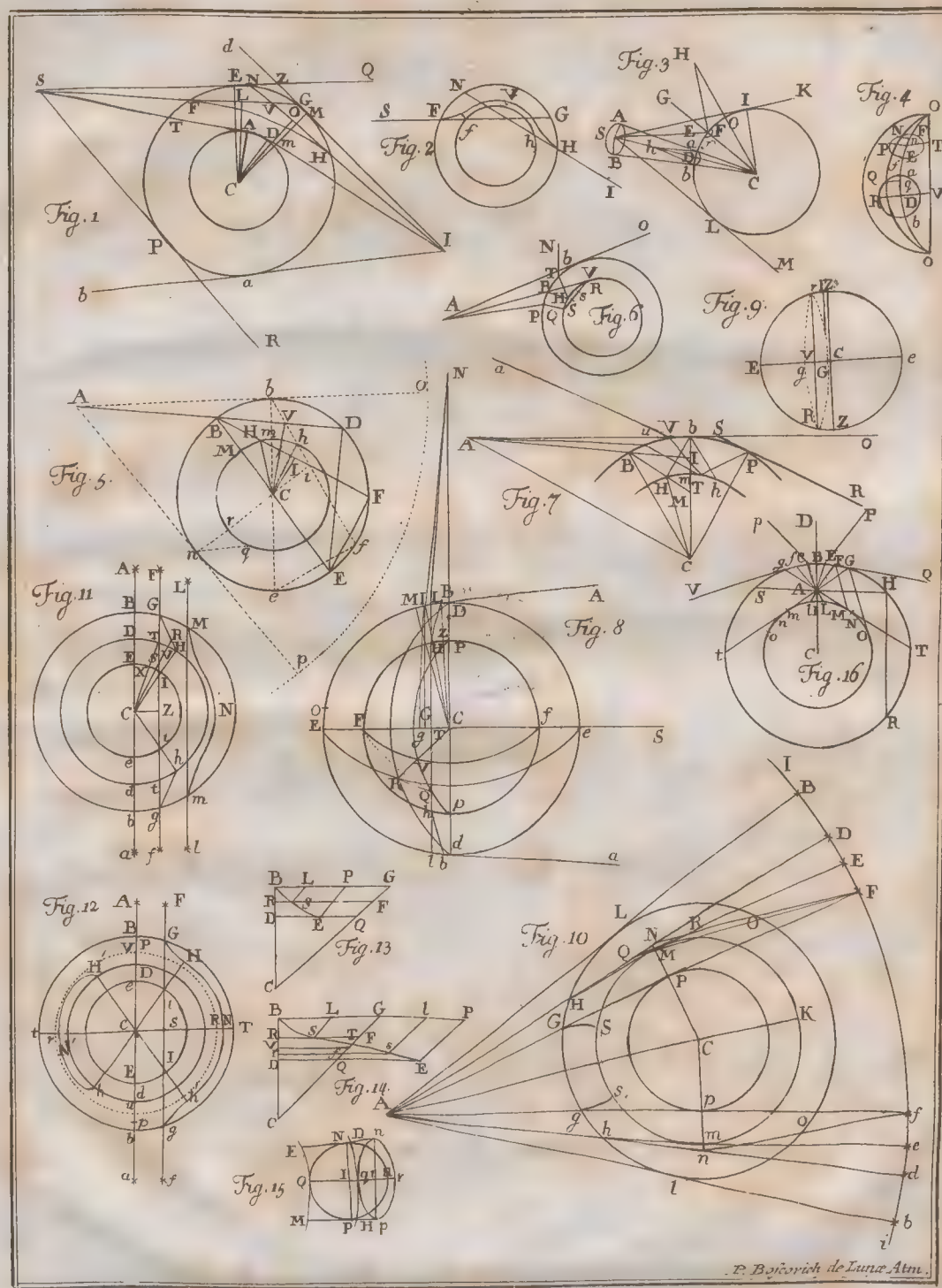
171. His omnibus demum perspectis illud evidentissime patet, nihil esse, quod atmosphæram evincat. Fluidum illud nostrum satis validis argumentis confirmavimus, cujus & usum ostendimus. Atmosphæram nostræ omnino similem in luna non haberi evidentissime demonstravimus; nullam autem adesse, quæ sensu percipi possit, satis etiam, ni fallimur, validis rationibus ostendimus, cum & singularem phænomenorum, quæ eam indicare videntur, causas protulerimus tam multas, & ostenderimus alia plurima, quæ nunquam observata sunt, debere ab ea

constanter gigni.

FINIS.



BIBLIOTHECA
UNIV.
BRACOVENSIS



BIBLIOTHECA
UNIVERSITATIS
CRACOVENSIS

BIBLIOTHECA
UNIVERSITATIS
CRACOVENSIS

BIBLIOTHECA
UNIVERSITATIS
CRACOVENSIS



*Notre Dieu les ramene assez ponctuellement,
Pour regler des moissons les précieux moments.*

